

# PATENT COOPERATION TREATY

EO/US  
PCT/EP00/05703

**PCT**

## NOTIFICATION OF ELECTION (PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
US Department of Commerce  
United States Patent and Trademark  
Office, PCT  
2011 South Clark Place Room  
CP2/5C24  
Arlington, VA 22202  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
in its capacity as elected Office

Date of mailing: 04 January 2001 (04.01.01)	
International application No.: PCT/EP00/05703	Applicant's or agent's file reference: BT/HA-GERKING
International filing date: 21 June 2000 (21.06.00)	Priority date: 24 June 1999 (24.06.99)
Applicant: GERKING, Lüder	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:  
06 November 2000 (06.11.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was  
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer:  J. Zahra Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---



# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT



### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 10 MAY 2001

WIPO PCT

T16

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts ./.	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/05703	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 21/06/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 24/06/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK D01D5/098		
Anmelder GERKING, Lüder		
<p>1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.</p> <p>2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 4 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).</p> <p>Diese Anlagen umfassen insgesamt 1 Blätter.</p>		
<p>3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>I <input checked="" type="checkbox"/> Grundlage des Berichts</li><li>II <input type="checkbox"/> Priorität</li><li>III <input type="checkbox"/> Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit</li><li>IV <input type="checkbox"/> Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung</li><li>V <input checked="" type="checkbox"/> Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung</li><li>VI <input type="checkbox"/> Bestimmte angeführte Unterlagen</li><li>VII <input type="checkbox"/> Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung</li><li>VIII <input type="checkbox"/> Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung</li></ul>		
Datum der Einreichung des Antrags  06/11/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  08.05.2001	
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Auer, H  Tel. Nr. +49 89 2399 2054  	



**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

1-19                      ursprüngliche Fassung

**Patentansprüche, Nr.:**

2-20                      ursprüngliche Fassung

1                          eingegangen am                      06/04/2001    mit Schreiben vom                      06/04/2001

**Zeichnungen, Blätter:**

1/3-3/3                      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.



# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/05703

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:
- ☐ Ansprüche,      Nr.:
- ☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-20
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-20
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-20
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**





Zu Punkt V:

1. Der nächstliegende Stand der Technik ist aus der Beschreibungseinleitung bekannt, wo ein Verfahren zur Herstellung von endlosen feinen Fäden aus schmelzbaren Polymeren durch Ausspinnen aus Spinnbohrungen als bekannt beschrieben ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, endlose Fäden zu schaffen, die einen geringen Energieaufwand benötigen und ohne Fadenschädigung eine einfache Vorrichtung benötigen.

Die Lösung ist durch die Kombination der Merkmale des Anspruchs 1 und 8 insbesondere dadurch gegeben, daß die Fäden in einer Lavalldüse durch die hohe Geschwindigkeit der Gasströme verzogen werden.

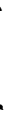
Die im Rechenbericht genannten Dokumente konnten diese Lösung nicht nahelegen, da die beanspruchte Kombination dort nicht offenbart wird. Mangels eines entsprechenden Vorbildes war die Erfindung hierdurch sonach nicht nahegelegt.

2. Gleiches gilt für die abhängigen Ansprüche, die vorteilhafte Weiterbildungen der Anspruchs 1 zum Inhalt haben.



Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Herstellung von im Wesentlichen  
endlosen feinen Fäden aus schmelzbaren Polyme-  
ren, bei dem Polymerschmelze aus mindestens ei-  
ner Spinnbohrung ausgesponnen und durch eine La-  
valdüse geführt wird, wobei der ausgesponnene  
10 Faden durch mittels der Lavaldüse auf hohe Ge-  
schwindigkeit beschleunigte Gasströme verzogen  
wird, und wobei bei gegebener Geometrie der  
Schmelzebohrung und ihrer Lage zur Lavaldüse die  
Temperatur der Polymerschmelze, ihr Durchsatz  
15 pro Spinnbohrung und die die Geschwindigkeit der  
Gasströme bestimmenden Drücke vor und hinter der  
Lavaldüse so gesteuert werden, daß der Faden vor  
seinem Erstarren einen hydrostatischen Druck in  
seinem Inneren erreicht, der größer ist, als der  
20 ihn umgebende Gasdruck, derart, daß der Faden  
platzt und sich in eine Vielzahl feiner Fäden  
aufspießt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-  
net, daß die Gasströmung um den mindestens einen  
Faden laminar ist.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, da-  
durch gekennzeichnet, daß der Raum hinter der  
Lavaldüse Umgebungsdruck aufweist oder bei Wei-  
terverarbeitung der Fäden auf einem für die Wei-  
terverarbeitung notwendigen Druck etwas über Um-  
30 gebungsdruck liegt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-  
durch gekennzeichnet, daß die den Faden verzie-  
hende Gasströme Umgebungstemperatur oder eine  
aus ihrer Zufuhr bedingte Temperatur aufweisen.



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/05703

<b>A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 D01D5/098 D01D4/02		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 D01D		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 92 10599 A (NYSSSEN PETER ROGER) 25. Juni 1992 (1992-06-25) das ganze Dokument	1-20
A	EP 0 339 240 A (BAYER AG) 2. November 1989 (1989-11-02) das ganze Dokument & DE 38 10 596 A 12. Oktober 1989 (1989-10-12) in der Anmeldung erwähnt	1-20
A	EP 0 724 029 A (GERKING LUEDER DR ING) 31. Juli 1996 (1996-07-31) das ganze Dokument	1-20
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 25. Oktober 2000		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 03/11/2000
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Tarrida Torrell, J

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. Aktenzeichen

PCT/EP 00/05703

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9210599	A	25-06-1992	DE	4040242 A	17-06-1992
			DE	59101030 D	24-03-1994
			EP	0515593 A	02-12-1992
			US	5260003 A	09-11-1993
EP 0339240	A	02-11-1989	DE	3810596 A	12-10-1989
			JP	1282308 A	14-11-1989
			US	5075161 A	24-12-1991
EP 0724029	A	31-07-1996	DE	19607114 A	05-12-1996

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/05703

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9210599 A	25-06-1992	DE 4040242 A	17-06-1992
		DE 59101030 D	24-03-1994
		EP 0515593 A	02-12-1992
		US 5260003 A	09-11-1993
EP 0339240 A	02-11-1989	DE 3810596 A	12-10-1989
		JP 1282308 A	14-11-1989
		US 5075161 A	24-12-1991
EP 0724029 A	31-07-1996	DE 19607114 A	05-12-1996

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 00/05703

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 D01D5/098 D01D4/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 D01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 92 10599 A (NYSSSEN PETER ROGER) 25 June 1992 (1992-06-25) the whole document	1-20
A	EP 0 339 240 A (BAYER AG) 2 November 1989 (1989-11-02) the whole document & DE 38 10 596 A 12 October 1989 (1989-10-12) cited in the application	1-20
A	EP 0 724 029 A (GERKING LUEDER DR ING) 31 July 1996 (1996-07-31) the whole document	1-20



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 October 2000

Date of mailing of the international search report

03/11/2000

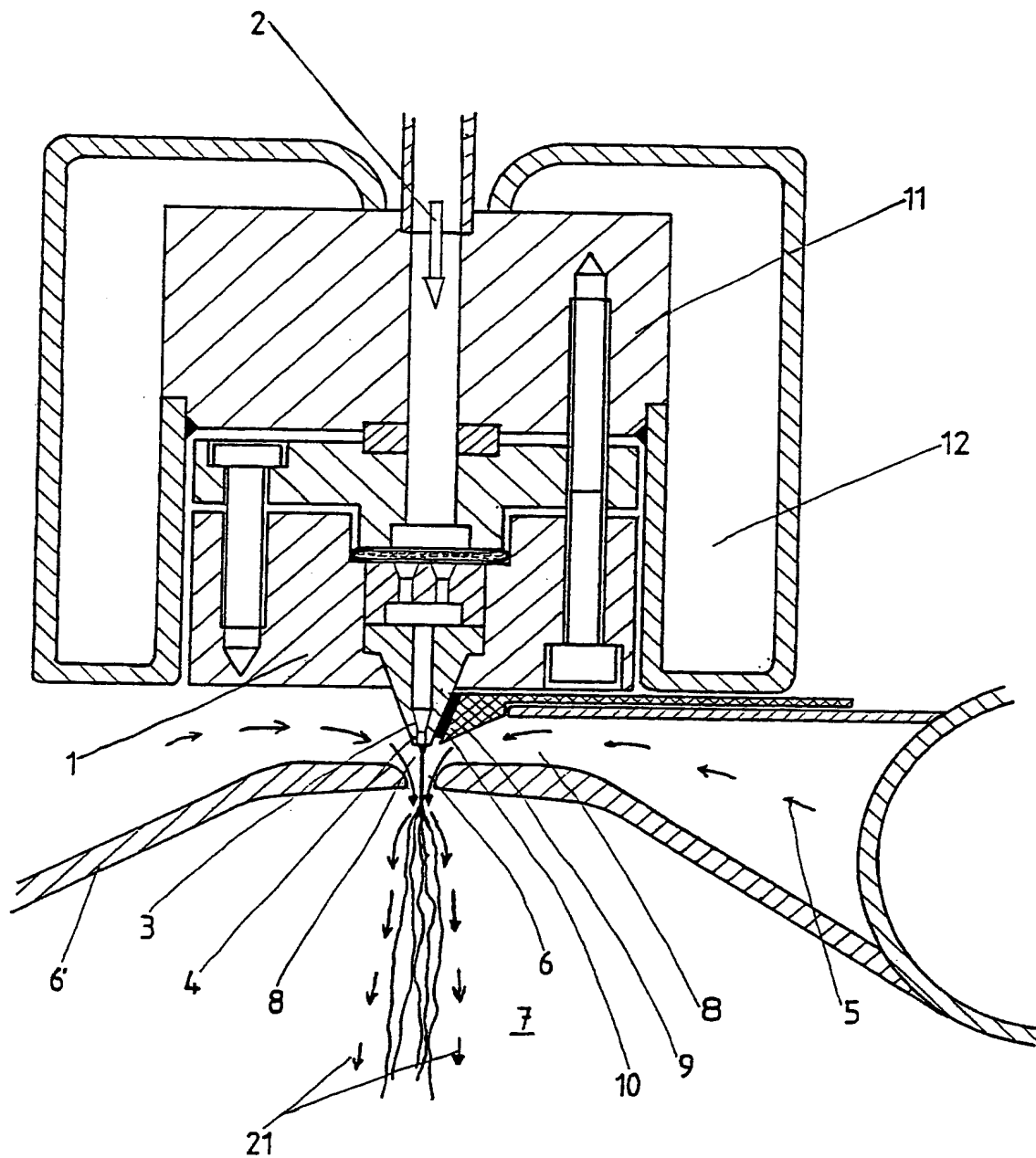
Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

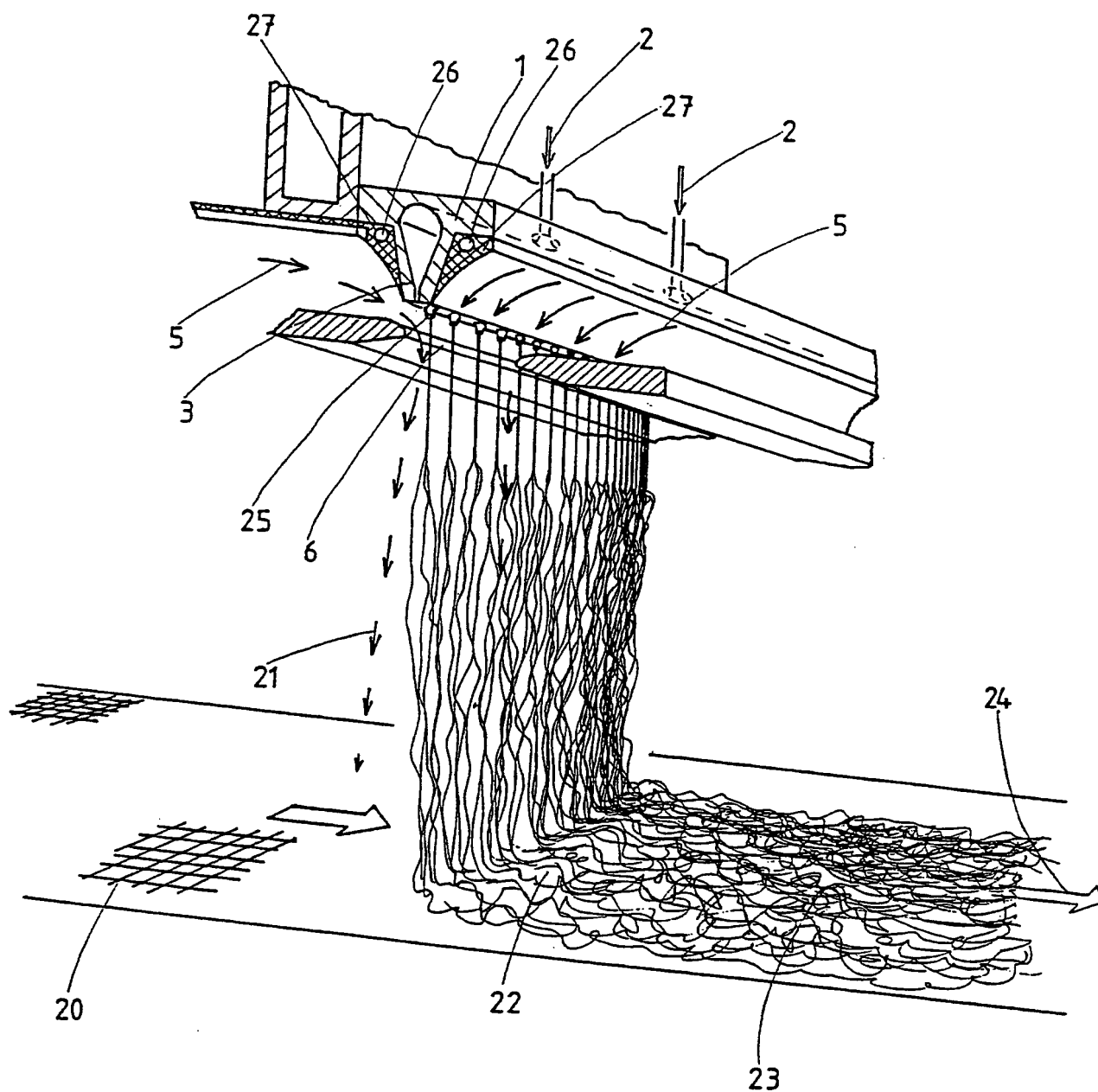
Authorized officer

Tarrida Torrell, J



*Fig. 1*



*Fig. 2*

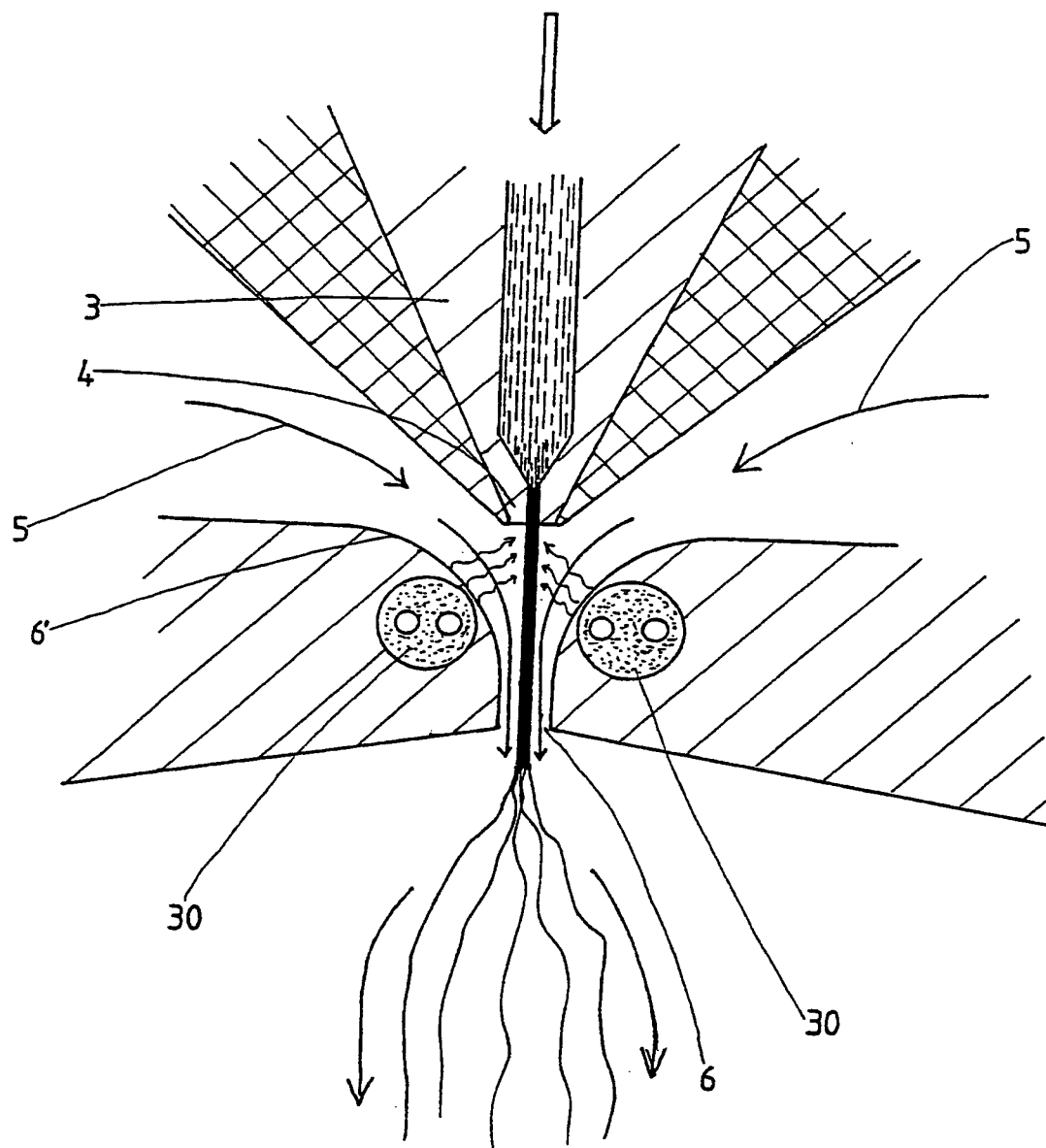


✓

✓

✓

✓

*Fig. 3*



✓

✓

✓

✓

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von im Wesentlichen endlosen feinen Fäden

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von sehr feinen Fäden aus schmelzspinnbaren Polymeren und eine Vorrichtung zu ihrer Herstellung.

10 Derartige Mikrofasern, meistens allerdings Mikrofasern endlicher Länge, werden nach einem Heißluft-Blasspinnverfahren, sog. Meltblown-Verfahren, seit vielen Jahren hergestellt, und es gibt heute unterschiedliche Vorrichtungen hierfür. Gleich ist allen, daß neben einer Reihe von Schmelzebohrungen - auch mehrere Reihen parallel zueinander sind bekannt geworden - Heißluft austritt, die die Fäden verzieht. 15 Durch Vermischung mit der kälteren Umgebungsluft kommt es zur Abkühlung und Erstarrung dieser Fäden bzw. Fasern, denn oft, meistens zwar unerwünscht, reißen die Fäden. Der Nachteil dieser Meltblown-Verfahren ist der hohe Energieaufwand zur Erwärmung 20

der mit hoher Geschwindigkeit strömenden Heißluft, ein begrenzter Durchsatz durch die einzelnen Spinnbohrungen (auch wenn diese im Laufe der Zeit zunehmend dichter gesetzt wurden bis zu einem Abstand von unter 0,6 mm bei 0,25 mm im Lochdurchmesser), daß es bei Fadendurchmessern unter 3µm zu Abrissen kommt, was zu Perlen und abstehenden Fasern im späteren textilen Verbund führt, und daß die Polymere durch die zur Erzeugung feiner Fäden notwendige hohe Lufttemperatur deutlich über der Schmelzetemperatur thermisch geschädigt werden. Die Spinn Düsen, von denen eine große Anzahl vorgeschlagen und auch geschützt worden sind, sind aufwendige Spritzwerkzeuge, die in hoher Präzision gefertigt werden müssen. Sie sind teuer, betrieblich anfällig und in der Reinigung aufwendig.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von im Wesentlichen endlosen Fäden zu schaffen, die einen geringeren Energieaufwand benötigen, keine Fadenschädigungen aufgrund zu hoher Temperatur bewirken und ein Spinnwerkzeug mit einfachem Aufbau verwenden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Die vorliegende Erfindung vermeidet die Nachteile des Standes der Technik, indem Polymerschmelze aus Spinnbohrungen, die in einer oder mehreren parallelen Reihen oder Ringen angeordnet werden, in eine mit Gas, in der Regel mit Luft gefüllte, von der Umgebung getrennte Kammer bestimmten Druckes ausgepreßt wird, wobei die Fäden im schmelzflüssigen Zustand in ein Gebiet rascher Beschleunigung dieses Gases am Austritt aus der Kammer gelangen. Die auf dem Wege dort-



hin auf den jeweiligen Faden durch Schubspannung übertragenen Kräfte nehmen zu, sein Durchmesser verringert sich stark und der Druck in seinem noch flüssigen Inneren steigt umgekehrt proportional zu seinem Radius durch die Wirkung der Oberflächenspannung entsprechend stark an. Durch die Beschleunigung des Gases sinkt in strömungsmechanischer Gesetzmäßigkeit dessen Druck. Dabei sind die Bedingungen der Schmelzetemperatur, der Gasströmung und seiner raschen Beschleunigung so aufeinander abgestimmt, daß der Faden vor seiner Erstarrung einen hydrostatischen Druck in seinem Inneren erreicht, der größer ist als der umgebende Gasdruck, so daß der Faden platzt und sich in eine Vielzahl feiner Fäden aufteilt. Durch einen Spalt unten in der Kammer verlassen Fäden und Luft diese. Das Aufplatzen geschieht nach dem Spalt und unter sonst unveränderten Bedingungen überraschend stabil ortsfest an einem bestimmten Punkt. Im Bereich der starken Beschleunigung verlaufen Gas- und Fadenströmung parallel, wobei die Strömungsgrenzschicht um die Fäden laminar ist. Es gelingt eine fortgesetzte Aufspaltung des ursprünglichen Fadenmonofil ohne Perlenbildung und Abrisse. Aus einem Monofil entsteht ein Multifil sehr viel feinerer Fäden unter Verwendung einer Gasströmung von Umgebungstemperatur oder etwas darüber liegenden Gasströmung.

Die aus dem Aufspalten entstandenen neuen Fäden sind erheblich feiner als das ursprüngliche Monofil. Sie können sogar noch etwas nach dem Aufspaltungspunkt verzogen werden bis sie erstarrt sind. Dieses geschieht wegen der plötzlich geschaffenen größeren Fadenfläche sehr rasch. Die Fäden sind endlos. Es kann aber durch Abweichungen im Polymer, einzelne Geschwindigkeits- oder Temperaturstörungen, Staub im Gas und dergl. Störungen bei realen technischen Prozessen mehr in

untergeordnetem Maße zu endlich langen Fäden kommen. Der Vorgang des Aufspießens fadenbildender Polymere kann so eingestellt werden, daß die aus dem Monofil erzeugten zahlreichen sehr viel feineren Einzelfilamente endlos sind. Die Fäden haben einen Durchmesser von deutlich unter 10µm, vornehmlich zwischen 1,5 und 5 µm, was bei Polymeren einem Titer zwischen etwa 0,02 und 0,2 dtex entspricht und werden als Mikrofasern bezeichnet.

Das Gebiet der starken Beschleunigung und Druckabsenkung in der Gasströmung wird nach der Erfindung in Form einer Lavalldüse mit konvergenter Kontur zu einem engsten Querschnitt hin und dann rascher Erweiterung realisiert, letzteres schon damit die nebeneinander laufenden neu gebildeten Einzelfäden nicht an den Wänden anhaften können. Im engsten Querschnitt kann bei entsprechender Wahl des Druckes in der Kammer (bei Luft etwa doppelt so hoch wie der Umgebungsdruck dahinter) Schallgeschwindigkeit und im erweiterten Teil der Lavalldüse Überschallgeschwindigkeit herrschen.

Für die Herstellung von Fadenvliesen (Spinnvliesen) werden Spinn Düsen in Zeilenform und Lavalldüsen mit Rechteckquerschnitt eingesetzt. Für die Herstellung von Garnen und für besondere Arten der Vliesstoffherstellung können auch Runddüsen mit einer oder mehreren Spinnbohrungen und rotationssymmetrische Lavalldüsen eingesetzt werden.

Das Verfahren nimmt Anleihe an Verfahren zur Herstellung von Metallpulvern aus Schmelzen, aus dem es sich entwickelt hat. Nach DE 33 11 343 zerplatzt das Metallschmelzemonofil im Bereich des engsten Querschnitts einer Lavalldüse in eine große Anzahl von

Teilchen, die sich durch die Oberflächenspannung zu Kügelchen verformen und abkühlen. Auch hier kommt es zu einem die umgebende laminare Gasströmung überwiegenden Flüssigkeitsdruck im Inneren des Schmelzemonofils. Wenn die Druckabsenkung so rasch geschieht, daß es noch nicht in die Nähe der Erstarrung kommt, können die Druckkräfte die Kräfte des Zusammenhalts der Schmelzemasse, vorwiegend Zähigkeitskräfte, überwiegen und es tritt das Aufplatzen in eine Vielzahl von Filamentstücken (Ligamente) ein. Entscheidend ist dabei, daß der Faden zumindest im Inneren flüssig bleiben muß, damit dieser Mechanismus einsetzen kann. Daher wurde auch vorgeschlagen, das Monofil nach seinem Austritt aus der Spinn Düse weiter zu beheizen.

Das selbsttätige Aufplatzen eines Metallschmelzefadens wird nach der dieses anwendenden Firma auch als 'NANOVAL-Effekt' benannt.

Ein Zerfasern durch Aufplatzen ist bei der Herstellung von Mineralfasern bekannt geworden, so in der Offenlegungsschrift DE 33 05 810. Durch Störung der Gasströmung in einem unterhalb der Spinn Düse angeordneten Rechteckkanal mittels Einbauten, die Querströmungen erzeugen, kommt es nach dortiger Aussage zum Zerfasern des einzelnen Schmelzemonofils. In nicht ganz klarer Darstellung wird von einem Zerfasern durch statisches Druckgefälle in der Luftströmung gesprochen, und zwar in EP 0 038 989 vom Ausziehen aus einer 'Schlaufen- oder Zickzackbewegung ..... nach Art eines mehrfachen Peitschenknalleffekts'. Das das eigentliche 'Zerfasern' durch Zunahme des Druckes im Inneren des Fadens und Abnahme in der umgebenden Gasströmung seine Ursache hat, wurde nicht erkannt, auch keine Steuerungsmechanismen in diese Richtung.

Für Polymere hat man sich bei der gleichen anmeldenden Firma diese Erkenntnis von der Mineralfaserherstellung offenbar zunutze gemacht. In der Offenlegungsschrift DE 38 10 596 wird in einer Vorrichtung nach Fig. 3 und Beschreibung in Beispiel 4 der Schmelzestrom aus Polyphenylensulfid (PPS) 'durch ein hohes statisches Druckgefälle zerfasert'. Die Gasströme sind heiß, sogar über den Schmelzpunkt des PPS hinaus erhitzt. Ein statisches Druckgefälle in der Gasströmung, abnehmend in Fadenlaufrichtung, kann alleine den Faden nicht zerfasern. Es wurde nicht erkannt, daß dazu der Schmelzestrom zumindest in einem hinreichenden Teil in seinem Inneren flüssig bleiben muß. Durch die Anwendung von heißer Luft im Bereich der Polymerschmelzetemperatur ist das aber von selbst gegeben. Nicht ein 'im Anschluß an die Austrittsbohrungen einwirkendes Druckgefälle' Spalte 1, Zeilen 54/55 zieht die Schmelzeströme zu feinen Fasern aus, sondern ein statisches Druckgefälle zwischen Schmelzestrom und umgebender Gasströmung bringt ihn zum Aufspießen oder Zerfasern. Die erzeugten Fäden sind endlich lang und amorph.

Die Fäden des erfindungsgemäßen Verfahrens sind dagegen endlos oder im Wesentlichen endlos. Sie werden durch gezielt gesteuertes Aufplatzen eines noch schmelzflüssigen Monofil in einer sie umgebenden laminaren Gasströmung erzeugt, also ohne Turbulenz erzeugende Querströmungen. Es kommen grundsätzlich alle fadenbildenden Polymere, wie Polyolefine PP, PE, Polyester PET, PBT, Polyamide PA 6 und PA 66 und andere wie Polystyrol in Frage. Dabei sind solche wie Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE) als günstig anzusehen, weil Oberflächenspannung und Viskosität in einem Verhältnis stehen, das den Aufbau eines Fadeninnendruckes gegen die Oberflächenspannungskraft der

Fadenhaut leicht gestattet, während die Viskosität nicht so hoch ist, daß das Zerplatzen verhindert wird. Das Verhältnis von Oberflächenspannung zu Zähigkeit läßt sich durch die Erhöhung der Schmelzetemperatur bei den meisten Polymeren erhöhen. Dies geschieht auf einfache Weise in der Schmelzeherstellung und kann durch Heizen der Spinn Düsen kurz vor dem Austritt der Fäden verstärkt werden. Eine Aufwärmung der Fäden danach durch heiße Gasströme findet nach der vorliegenden Erfindung jedoch nicht statt.

Es kann festgestellt werden, daß der Gegenstand der Erfindung, das gesteuerte Aufspießen eines mit kalter Luft verzogenen Polymerfadens in eine Vielzahl feinerer Einzelfäden endloser bzw. im Wesentlichen endloser Einzelfäden noch nicht gefunden wurde. Dieses geschieht durch den selbsttätigen Effekt des Zerplatzens des Schmelzefadens durch einen positiven Druckunterschied zwischen dem hydraulischen Druck im Faden, gegeben aus der Oberflächenspannung des Fadenmantels, und der ihn umgebenden Gasströmung. Wird der Druckunterschied so groß, daß die Festigkeit des Fadenmantels nicht mehr ausreicht, das Innere zusammenzuhalten, so platzt der Faden. Es kommt zum Aufspießen in eine Vielzahl feinerer Fäden. Das Gas, meistens Luft, kann kalt sein, d.h. muß nicht aufgeheizt werden, nur müssen die Verfahrensbedingungen und die Vorrichtung so beschaffen sein, daß das Schmelzemonofil sich in seinem von der Schmelzeviskosität und der Oberflächenspannung des betreffenden Polymers abhängigen kritischen Durchmesser nicht so weit abgekühlt ist, daß es durch den sich aufladenden inneren Flüssigkeitsdruck nicht mehr platzen kann. Auch dürfen die Schmelzebohrungen durch das Gas nicht so stark abgekühlt werden, daß die Schmelze zu stark abkühlt, geschweige denn bereits dort erstarrt. Die verfahren-

stechnischen und geometrischen Bedingungen zur Realisierung dieses Aufspleißeffektes sind verhältnismäßig einfach zu finden.

5 Der Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß auf einfache und sparsame Weise Feinstfäden im Bereich deutlich unter 10 µm, überwiegend zwischen 2 und 5 µm, erzeugt werden können, was beim reinen Verziehen beispielsweise durch das Meltblown-Verfahren  
10 nur mit heißen, über den Schmelzpunkt erhitzten Gas(Luft)-strahlen zu Wege gebracht wird und damit erheblich mehr Energie bedarf. Außerdem werden die Fäden in ihrer molekularen Struktur nicht durch Über-  
15 temperaturen geschädigt, was zu verringerter Festigkeit führen würde, wodurch sie sich aus einem textilen Verband dann oft herausreiben lassen. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß die Fäden endlos oder quasi endlos sind und aus einem textilen Verband wie einem Vlies nicht herausstehen und sich als Fusseln  
20 herauslösen lassen. Die Vorrichtung zur Verwirklichung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist einfach. Die Spinnbohrungen der Spinndüse können größer und damit weniger stör anfällig sein, der Laval düsenquerschnitt benötigt in seiner Genauigkeit nicht die engen Toleranzen der seitlichen Luftschlitze des Melt-  
25 blown-Verfahrens. Bei einem bestimmten Polymer braucht man nur die Schmelztemperatur und den Druck in der Kammer aufeinander abzustimmen und bei gegebenem Durchsatz pro Spinnbohrung und der geometrischen  
30 Lage der Spinnbohrungen zur Laval düse kommt es zum Aufspleiß.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen  
35

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung einer Vorrichtung zur Herstellung von Mikrofasern mittels kühlen Gasstrahlen durch Aufplatzen eines Schmelzestroms in eine Vielzahl von Einzelfäden nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 eine perspektivische Teilansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach einem Ausführungsbeispiel mit Zeilendüse und Spinnbohrungen in Nippelform zur Herstellung von Vliesen aus Mikrofasern, und

Fig. 3 eine Teilansicht im Schnitt der Spinn-  
düse und der Lavalldüse nach einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

In Fig. 1 ist eine Vorrichtung zur Herstellung von im Wesentlichen endlosen feinen Fäden aus schmelzspinnbaren Polymeren dargestellt, die einen nicht näher beschriebenen Spinnkopf oder Spinnbalken 11 aufweist, in dem eine Spinn-  
düse 1 aufgenommen ist. Der Spinnkopf 11 und die Spinn-  
düse sind in allgemein bekannter Weise aus verschiedenen Teilen zusammengesetzt, so daß eine Beschreibung darüber weggelassen wird. Der Spinnkopf oder Spinnbalken 11 ist von einer Heizung 12 umgeben, die als Flüssig- oder Dampfheizung über Kammern oder auch als elektrische Bandheizung ausgebildet ist. Der Spinnkopf oder Spinnbalken ist mit nicht dargestellten schmelzedosierenden Geräten, wie Spinnpumpen und Extruder verbunden, bei denen es sich um die üblichen Einrichtungen zur Herstellung von Synthesefasern handelt, so daß auch diese nicht weiter beschrieben sind.

Die Spinn-  
düse weist ein Düsenmundstück 3 auf, das ei-

ne, aber üblicherweise mehrere in einer Reihe angeordneten Spinnbohrungen aufweist. Auch mehrere parallele Reihen sind möglich. Unterhalb des Spinnkopfes 11 befindet sich eine Platte 6' mit einem Spalt 6, der konvergent-divergent ausgebildet ist und sich durch einen unter ihm liegenden Raum 7 stark erweitert und eine Lavaldüse darstellt. Je nach Form der Spinndüse 1 ist die Lavaldüse 6 rotationssymmetrisch ähnlich einer Blende im Fall einer einzelnen Düse oder im Fall einer Zeilendüse als Längsspalt ausgebildet. Die Spinndüse bzw. die Spinnbohrungen der Spinndüse enden kurz über der Lavaldüse 6 oder in der Ebene der Platte 6', die Spinndüse 1 kann aber auch leicht in die Lavaldüse 6 hineinragen.

Zwischen Spinnkopf und Platte 6' liegt ein abgeschlossener Raum 8, dem entsprechend den Pfeilen 5 beispielsweise von einem Kompressor Gas zugeführt wird. Das Gas hat üblicherweise Umgebungstemperatur, kann aber auch aufgrund der Kompressionswärme von dem Kompressor eine etwas höhere Temperatur, beispielsweise 70 bis 80° aufweisen.

Das Düsenmundstück 3 ist von einer Isolieranordnung 9 umgeben, die das Düsenmundstück 3 vor zu großen Wärmeverlusten durch die Gasströmung 5 schützt. Zusätzlich kann zwischen Isolieranordnung 9 und Mundstück 3 eine elektrische Bandheizung 10 angeordnet sein.

Der Raum 7 weist üblicherweise Umgebungsdruck auf, während das Gas im Raum 8 unter einem erhöhten Druck gegenüber dem Raum 7 steht. Bei direkt anschließender Weiterverarbeitung zu Vlies oder anderen Fadenstrukturen kann der Raum 7 einen gegenüber Umgebungsdruck, d.h. Atmosphärendruck, etwas erhöhten Druck haben, beispielsweise um einige mbar, der für die Weiterver-



arbeitung, wie Vlieslegung oder andere Fadensammelvorrichtungen benötigt wird.

Die Polymerschmelze wird entsprechend dem Pfeil 2 aus dem Düsenmundstück 3 aus der Spinnbohrung oder -  
5           öffnung 4 als Schmelzemonofil ausgepreßt, wird von den Gasstrahlen 5 erfaßt und durch Schubspannungen an seinem Umfang zu geringeren Durchmessern verjüngt. Da die grundsätzlich kalten Gasströme, die Luftströme  
10           sein können, es abkühlen, muß es nach wenigen Millimetern in den engsten Bereich der Lavaldüse gelangen und somit in ein Gebiet geringeren Druckes. Sobald die Verjüngung so weit fortgeschritten ist und durch die Wirkung der Oberflächenspannung der Schmelze am  
15           Fadenmantel der Druck im Innern so weit angestiegen ist, daß er über dem der Gasströmung liegt, kommt es zum Aufplatzen des Monofil, nämlich dann, wenn der Fadenmantel den Schmelzefaden gegen den mit der Fadeneinschnüren gewachsenen Innendruck nicht mehr zusammenhalten kann. Das Schmelzemonofil teilt sich in  
20           Einzelfäden auf, die sich aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen Schmelze und kaltem Gas bzw. Luft und der plötzlich stark angewachsenen Oberfläche der Einzelfäden bezogen auf die Fadenmasse rasch abkühlen.  
25           Es ist somit eine bestimmte Anzahl von sehr feinen im Wesentlichen endlosen Einzelfäden entstanden.

Aus der Natur derartiger Aufplatzvorgänge ähnlich Explosionen folgt, daß die Zahl der entstehenden Fäden  
30           nach dem Aufspießpunkt, der beispielsweise 5 bis 25 mm unter Lavaldüse 6 liegen kann, nicht gleichbleibend sein kann. Wegen der kurzen Wegstrecke, die Faden und Gas miteinander bis zum Aufspießpunkt zurücklegen, ist die Strömungsgrenzschicht um den Faden laminar. Bevorzugt wird auch die Luft von den Zulei-  
35           tungen her möglichst laminar an das Gebiet der Auf-

spleißung herangeführt. Das hat den Vorteil der geringeren Strömungsverluste und damit des geringeren Energiebedarfs, die laminare Strömungen gegenüber turbulenten auszeichnen, aber auch einen gleichmäßigeren zeitlichen Verlauf des Aufspleißens, weil Störungen durch turbulente Änderungen fehlen. Die beschleunigte Strömung, wie sie in dem Querschnitt der Lavaldüse 6 vorliegt, bleibt laminar und kann sich sogar laminarisieren, wenn vorher eine gewisse Turbulenz vorherrschte.

Der weitere Vorteil des laminaren Ausziehens des Schmelzemonofil bis an den Aufspleißpunkt und auch über ihn hinweg führt zu einem Aufspleiß in gleichmäßigere Einzelfäden, weil größere Unterschiede in der Strömungsgeschwindigkeit und damit in der auf das Schmelzemonofil und entstandene Einzelfäden einwirkenden Schubspannung und im Druck der Gasströmung nicht vorhanden sind. Die Verteilung der Fadendurchmesser ist, wie sich überraschend gezeigt hat, sehr eng, z.B. können Propylenfäden hergestellt werden, deren Durchmesser sämtlich zwischen 2 und 4  $\mu\text{m}$  liegen.

Wie schon oben ausgeführt wurde, nimmt die Geschwindigkeit der Gasströmung gemäß den Pfeilen 5 zur Spinnbohrung 4 hin und dann in der Lavaldüse 6 ständig zu. In dem engsten Querschnitt der Lavaldüse kann sie bis zur Schallgeschwindigkeit anwachsen, wenn das kritische Druckverhältnis, je nach Gas, erreicht ist, bei Luft liegt das Verhältnis zwischen dem Druck in der Kammer 8 und dem Raum 7 etwa bei 1,9.

Die Fäden bewegen sich entsprechend den Pfeilen 21 nach unten und können beispielsweise auf einem nicht dargestellten Band zu einem Vlies abgelegt werden

oder anderweitig weiter behandelt werden.

In Fig. 2 ist ein weiteres Beispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt, bei dem die Spinndüse 1 als Zeilendüse ausgebildet ist. Dabei sind insbesondere die Auslaufstellen der Spinndüse 1 mit Mundstück 3 dargestellt, das Nippel 25 aufweist. Diese Form gestattet einen konzentrischen Zutritt des Gases an das Schmelzemonofil, was sich als vorteilhaft für die Aufspleißung, sowohl hinsichtlich der erzielbaren Feinheit der Fäden als auch hinsichtlich der Schwankungsbreite ihrer Durchmesser erwiesen hat.

Im Gegensatz zur Bandheizung 10 nach Fig. 1 sind hier runde Heizstäbe 26 zur Wärmezufuhr für das Düsenmundstück 3 gezeigt, das gegen die Gasströmung 5 durch Isolierstücke 27 abgedeckt ist. Die Fäden verlassen die Lavalldüse im breiten Vorhang gemeinsam mit dem Gas und bewegen sich gemäß den Pfeilen 21 auf ein Auffangband 20 zu und werden an dem Bereich 22 zu einem Vlies 23 abgelegt. Das Vlies 23 verläßt entsprechend Pfeil 24 das Gebiet seiner Herstellung.

Eine weitere Ausführungsform der Spinn- und Aufspleißvorrichtung entsprechend der Erfindung ist in Fig. 3 dargestellt. Hier wird wiederum aus einem isolierten Düsenmundstück 3 mit einer oder mehreren Schmelzebohrungen 4 das Schmelzemonofil ausgestoßen und von der seitlich angreifenden Gasströmung 5 erfaßt und durch Schubspannungskräfte in die Länge zu dünneren Durchmessern verzogen. In der Platte 6' ist im Bereich der Lavalldüse 6 eine Heizvorrichtung 30 eingearbeitet. Auf dem Weg zum engsten Querschnitt der Lavalldüse 6 erhält somit das Schmelzemonofil durch Strahlung Wärme zugeführt. Dadurch wird die Abkühlung durch die grundsätzlich kalten Luft-

/Gasströme verzögert. Das Schmelzemonofil gelangt, auf geringeren Durchmesser verzogen, in das Unterdruckgebiet der Lavaldüse 6 und kann in noch feinere Einzelfäden aufspießen.

5

Die folgenden Beispiele erläutern Verfahren und Vorrichtungen mit den bei verschiedenen Rohstoffen angewendeten wesentlichen Verfahrensdaten und den Fadergebnissen.

10

#### Beispiel 1

15

20

25

30

35

Über einen Laborextruder (Schnecke mit einem Durchmesser von 19 mm und  $L/D = 25$ ) für die Verarbeitung von Polymeren wurde Polypropylen (PP) mit einem MFI (Meltflow index) von 25 ( $230^{\circ}\text{C}$ , 2,16 kg) aufgeschmolzen und über eine Zahnradspinnpumpe einem Spinnkopf mit einem Düsenmundstück 3, welches 7 Bohrungen 4 in einer Reihe im gleichen Abstand von jeweils 4,5 mm angeordnet mit einem Durchmesser der Bohrungen 4 von 1 mm aufwies, zugeführt. Die schmelzeführenden Leitungen waren durch elektrische Bandheizungen von außen beheizt. Das Düsenmundstück 3 war nach Fig. 1 an seinen Flanken durch ein keramisches Isolierstück 9 (Kalziumsilikat) gegenüber der Gasströmung darunter isoliert und mittels elektrischen Heizungen beheizt. Unterhalb der Spinndüse 1 befand sich die Kammer 8 für die Gaszufuhr. Als Gas wurde in diesem und in den anderen Beispielen Luft genommen, welche aus einem Preßluftnetz entnommen und von einem Verdichter in dieses eingespeist wurde. Die Kammer 8 war nach unten begrenzt durch eine Platte, die einen die Lavaldüse 6 bildenden Schlitz von 4 mm Breite an ihrem engsten Querschnitt hatte. Die seitlichen Zuführquerschnitte für die Luft in der Kammer hatten eine Höhe von 32 mm, gemessen von der Oberkante der Lavaldüsenplatte

6'. Die Austrittsöffnungen der Bohrungen 4 waren genau in Höhe der Oberkante der Lavaldüsenplatte 6' angeordnet und hatten einen Abstand von 10 mm von dem engsten Querschnitt der Lavaldüse 6.

5

Schmelzedruck und -temperatur zwischen Spinnpumpe und Anschlußstück an die Spinn Düse 1 wurden mit einem DMS-Druckmeßgerät (Dynisco, Typ MDA 460) bzw. einem Thermoelement gemessen.

10

Die Charakterisierung der erhaltenen Fäden erfolgt durch den aus 20 Einzelmessungen gemittelten Fädendurchmesser  $d_{50}$ , falls benötigt auch durch die Standardabweichung  $s$ .

15

Die Aufspaltung wird gekennzeichnet durch die theoretische Fadenzahl  $N$ . Diese gibt an, wieviele Einzel-filamente des gemessenen mittleren Fadendurchmessers  $d_{50}$  sich mit der maximal möglichen Geschwindigkeit durch den engsten Querschnitt der Lavaldüse 6 bewegen müssen, um die gemessene Schmelzmasse in Einzelfilamente umzusetzen. Die maximal mögliche Geschwindigkeit ist die Gasgeschwindigkeit im engsten Querschnitt der Lavaldüse 6, welche entweder die aus den Bedingungen in der Kammer 8 berechenbare Schallgeschwindigkeit ist oder, falls das kritische Druckverhältnis, welches zum Erreichen der Schallgeschwindigkeit benötigt wird, nicht erreicht wird, aus diesen Bedingungen mit der Formel von Saint-Venant und Wantzell berechnet werden kann. Liegt die theoretische Fadenzahl  $N$  über 1, kann der beobachtete Fadendurchmesser nicht durch bloßes Verziehen entstanden sein, dies würde dem Gesetz von der Erhaltung der Masse widersprechen. Für die beobachteten deutlich über 1

20

25

30

35

liegenden theoretischen Fadenzahlen  $N$  kommt als Erklärung nur noch ein Aufspalten in Frage. Ein mehr-

facher Peitschenknalleffekt kann vielleicht Werte knapp über 1 bis 10 erklären, nicht aber die beobachteten Werte bis zu 627. Da die tatsächliche Fadengeschwindigkeit unter der maximalen liegen muß, wird die tatsächlich erhaltene Einzelfilamentanzahl über der theoretischen liegen.

Bei einer Schmelzetemperatur von 340°C und einem Schmelzedruck zwischen Spinnpumpe und Anschlußstück an die Spinnndüse 1 von etwa 1 bar über dem Druck in der Kammer 8, was etwa auch der Druck vor den Spinnkapillaren war, und einer über die Spinnpumpe zudosierten Menge von 43,1 g/min, also 6,2 g/min x Loch, ergaben sich die folgenden Fadenwerte bei den verschiedenen Drücken in der Kammer 8 über dem Atmosphärendruck in Raum 7:

0,25 bar  $d_{50}=7,6 \mu\text{m}$ ,  $N=123$

0,5 bar  $d_{50}=4,4 \mu\text{m}$ ,  $N=276$

1,0 bar  $d_{50}=3,9 \mu\text{m}$ ,  $N=283$

Werden pro Bohrung 4 statt 6,2 g/min nur 4,6 g/min durchgesetzt, wird bei einem Druck in der Kammer 8 von 0,5 bar ein  $d_{50}$  von 3,0  $\mu\text{m}$  anstatt 4,4  $\mu\text{m}$  erreicht.

Wie wichtig eine genaue Abstimmung von Schmelzetemperatur, Schmelzemenge und Gasströmung ist, zeigt das folgende Beispiel für eine Abstand der Bohrungen 4 von 15 mm, einen Durchsatz pro Bohrung 4 von 4,6 g/min und einen Druck in der Kammer 8 von 0,5 bar:

Schmelzetemperatur 340°C  $d_{50}=3,0 \mu\text{m}$ ,  $s=0,8 \mu\text{m}$ ,  $N=187$

Schmelzetemperatur 305°C  $d_{50}=8,2 \mu\text{m}$ ,  $s=4,7 \mu\text{m}$ ,  $N=25$ .

Offensichtlich ist es so, daß sich um die Monofila-

mente schon ein kalter Mantel gebildet hat, der ein Aufspießen stark behindert. Es wird nicht das gesamte Monofil aufgespalten, sondern nur ein Teil, was daran zu erkennen ist, daß zwar der minimal beobachtete Fadendurchmesser sich nicht verändert hat (einige spleißen also auf), nun aber auch einige Einzelfilamente mit einem Durchmesser von mehr als 10 µm auftreten. Dort ist dann kein Spleißen eingetreten. Bei der höheren Temperatur dagegen liegen alle Einzelfilamente zwischen 1,6 µm und 4,8 µm. Die größere Streuung der Fadendurchmesser findet ihren Niederschlag in der deutlich größeren Standardabweichung.

Eine Ausführung des Mundstückes 3 mit Nippeln 25 gemäß Fig. 2 erlaubt die Herstellung deutlich feinerer Fäden mit kleinerer Schwankungsbreite und/oder eine deutliche Durchsatzsteigerung. So wurden für eine Temperatur von 370°C, einen Abstand der Bohrungen 4 von 15 mm, einen Abstand der Austrittsöffnungen der Bohrungen 4 vom engsten Querschnitt der Lavaldüse von 8,5 mm (die Auslauföffnungen tauchen 1,5 mm in die gedachte Ebene der Lavaldüsenplatte ein) und einen Druck in der Kammer 8 von 0,75 bar die folgenden Fadenwerte erhalten:

6,2 g/min x Loch  $d_{50}=2,1\mu\text{m}$ ,  $s=0,30\mu\text{m}$ ,  $N=445$   
12,3 g/min x Loch  $d_{50}=2,5\mu\text{m}$ ,  $s=0,60\mu\text{m}$ ,  $N=627$ .

#### Beispiel 2

Mit der Einrichtung aus Beispiel 1 wurde Polyamid 6 (PA6) mit einer relativen Viskosität  $\eta_{\text{rel}} = 2,4$  einem Düsenmundstück 3 mit 58 Bohrungen 4 im Abstand von 1,5 mm und einem Durchmesser von 0,4 mm zugeführt. Der Abstand der Austrittsöffnungen der Bohrungen 4 vom engsten Querschnitt der Lavaldüse war 12,0 mm

(die Auslauföffnungen endeten 2,0 mm oberhalb der gedachten Ebene der Lavaldüsenplatte). Mit einem Durchsatz pro Bohrung 4 von 0,25 g/min und einem Druck in der Kammer 8 von 0,02 bar über der Umgebung wurden  
5 Filamente mit einem mittleren Durchmesser  $d_{50}$  von 4,1  $\mu\text{m}$  erzeugt.

### Beispiel 3

10 Mit der Einrichtung aus Beispiel 1 wurde Polypropylen (PP) mit einem MFI von 25 (230°C, 2,16 kg) einem Düsenmundstück 3 mit 3 Bohrungen 4 im Abstand von 15 mm und einem Durchmesser von 1,0 mm zugeführt. Koaxial zu den 3 Bohrungen 4 waren in der Lavaldüsenplatte 3  
15 einzelne rotationssymmetrische Lavaldüsen 6 angeordnet. Die Austrittsöffnungen der Bohrungen 4 waren genau in Höhe der Oberkante der Lavaldüsenplatte angeordnet und hatten einen Abstand von 4,5 mm von dem engsten Querschnitt der Lavaldüsen 6. Bei einem Druck  
20 in der Kammer 8 von 0,75 bar über der Umgebung 7 und einem Durchsatz pro Bohrung 4 von 9,3 g/min wurden Einzelfilamente mit einem mittleren Durchmesser  $d_{50}$  von 4,9  $\mu\text{m}$  hergestellt. Es ergibt sich in diesem Fall eine theoretische Fadenzahl von 123.

25 Von Interesse ist bei dieser Betriebsweise die Beobachtung, daß sich der Aufplatzpunkt im Vergleich zu Beispiel 1 deutlich in Richtung des engsten Querschnittes der Lavaldüsen 6 verschoben hat. Während  
30 sich im Fall der schlitzförmigen Lavaldüse 6 dieser Punkt etwa 25 mm unterhalb des engsten Querschnittes befindet, beträgt der Abstand im Fall der rotationssymmetrischen Lavaldüse 6 nur etwa 5 mm. Die Beobachtung wird damit erklärt, daß durch die rotationssymmetrische  
35 Umfassung des Schmelzefadens höhere Schubspannungen auf ihn übertragen wurden, er deshalb



5       schneller auf den den Aufplatzpunkt ergebenden gerin-  
geren Durchmesser verzogen wird. Außerdem fällt der  
Druck im Freistrahle nach dem Verlassen der Lavaldüse  
6 nicht schlagartig auf den Umgebungsdruck ab, son-  
dern erst nach einer gewissen Lauflänge. Die  
Freistrahleigenschaften sind jedoch im ebenen Fall  
andere als im rotationssymmetrischen.

## Patentansprüche

- 5           1.    Verfahren zur Herstellung von im Wesentlichen  
            endlosen feinen Fäden aus schmelzbaren Polyme-  
            ren, bei dem Polymerschmelze aus mindestens ei-  
            ner Spinnbohrung ausgesponnen wird und der aus-  
10           gesponnene Faden durch mittels einer Lavaldüse  
            auf hohe Geschwindigkeit beschleunigte Gasströme  
            verzogen wird, wobei bei gegebener Geometrie der  
            Schmelzebohrung und ihrer Lage zur Lavaldüse die  
            Temperatur der Polymerschmelze, ihr Durchsatz  
15           pro Spinnbohrung und die die Geschwindigkeit der  
            Gasströme bestimmenden Drücke vor und hinter der  
            Lavaldüse so gesteuert werden, daß der Faden vor  
            seinem Erstarren einen hydrostatischen Druck in  
            seinem Inneren erreicht, der größer ist, als der  
20           ihn umgebende Gasdruck, derart, daß der Faden  
            platzt und sich in eine Vielzahl feiner Fäden  
            aufspießt.
2.    Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-  
            net, daß die Gasströmung um den mindestens einen  
            Faden laminar ist.
- 25           3.    Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, da-  
            durch gekennzeichnet, daß der Raum hinter der  
            Lavaldüse Umgebungsdruck aufweist oder bei Wei-  
            terverarbeitung der Fäden auf einem für die Wei-  
            terverarbeitung notwendigen Druck etwas über Um-  
30           gebungsdruck liegt.
4.    Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-  
            durch gekennzeichnet, daß die den Faden verzie-  
            hende Gasströme Umgebungstemperatur oder eine  
            aus ihrer Zufuhr bedingte Temperatur aufweisen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Drücke in dem Raum über und unter der Lavaldüse bei der Verwendung von Luft abhängig von dem Polymer, dessen Durchsatz und Schmelztemperatur zwischen 1,02 und 2,5 gewählt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der aus der Spinnbohrung austretende Faden im Bereich der Lavaldüse durch Strahlung beheizt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vielzahl von Fäden ausgesponnen und aufgespleißt werden, die zu einem Vlies abgelegt oder zu Garnen weiterverarbeitet werden.
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 mit einem mit einer Zuführvorrichtung für die Schmelze verbundenen Spinnkopf, einer in dem Spinnkopf aufgenommenen und mindestens eine Spinnbohrung aufweisenden Spinndüsenanordnung, die ein Schmelzemonofil ausspinn, einer unterhalb des Spinnkopfes (11) liegenden Platte (6'), die eine in fester geometrischer Zuordnung zu der Spinnbohrung (4) angeordnete Lavaldüse (6) aufweist, wobei zwischen Platte (6') und Spinnkopf (11) ein mit einer Zuführung von Gas (5) versehener geschlossener erster Raum (8) gebildet ist und unterhalb der Platte (6') ein zweiter Raum (7) vorgesehen ist und wobei der Durchsatz der Schmelze pro Spinnbohrung (4), die Temperatur der Schmelze sowie der Druck im ersten und zweiten Raum so eingestellt ist, daß das ausgesponnene und von der Strömung des Gases geförderte Schmelzemonofil

nach Verlassen der Lavaldüse (6) vor seinem Erstarren einen hydrostatischen Druck erreicht der größer ist als der ihn umgebende Gasdruck, derart, daß der Faden platzt und sich in eine Vielzahl feiner Fäden aufspießt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Spinnanordnung (3) gegen den ersten Raum (8) im Bereich der mindestens einen Spinnbohrung (4) durch eine Isolieranordnung (9) isoliert ist und/oder im Bereich der mindestens einen Spinnbohrung (4) beheizt ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckverhältnisse im ersten und zweiten Raum (8, 7) so eingestellt sind, daß die Gasströmung in der Lavaldüse (6) Geschwindigkeiten bis zur Schallgeschwindigkeit und darüber erreicht.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Raum (7) auf Umgebungsdruck oder um einige mbar darüber liegt.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das zugeführte Gas Umgebungstemperatur oder die Temperatur seiner Zuführvorrichtung aufweist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsöffnung der mindestens einen Spinnbohrung (4) im Bereich der Lavaldüse (6) in der Höhe der Oberkante der Platte (6'), um einige mm über der Oberkante der Platte liegt oder einige mm in die Lavaldüse (6) hineinragt.

- 5 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Spindüsenanordnung eine Mehrzahl von gegebenenfalls mit Nippeln versehene Spinnbohrungen (4) aufweist, die eine Zeile oder mehrere parallel liegende Zeilen bilden.
- 10 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Platte mindestens eine langgestreckte Lavaldüse aufweist.
- 15 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Platte eine Mehrzahl von rotationssymmetrischen Lavaldüsen aufweist.
- 20 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ablegeband zur Ablage der Fäden und Bildung eines Vlieses vorgesehen ist.
- 25 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine Aufwickelvorrichtung zum Aufwickeln der Fäden vorgesehen ist.
19. Vlies hergestellt aus Fäden, die mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 erzeugt wurden.
20. Garne hergestellt aus Fäden, die mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 erzeugt wurden.



**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

**PCT**

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>BT/HA-GERKING</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP 00/ 05703</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>21/06/2000</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>24/06/1999</b>
Anmelder  <b>GERKING, Lüder</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 02 Blätter.



Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

**1. Grundlage des Berichts**

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.



Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das



in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.



zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.



Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ **Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen** (siehe Feld I).

3. ☐ **Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung** (siehe Feld II).

**4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung**



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

**5. Hinsichtlich der Zusammenfassung**



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

**6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1**



wie vom Anmelder vorgeschlagen



keine der Abb.



weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.



weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.





Feld III

WORTLAUT DER ZUSAMMENFASSUNG (Fortsetzung von Punkt 5 auf Blatt 1)

Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von im Wesentlichen endlosen feinen Fäden aus schmelzbaren Polymeren vorgeschlagen. Dabei wird Polymerschmelze aus mindestens einer Spinnbohrung (4) ausgesponnen und der ausgesponnene Faden durch mittels einer Lavaldüse (6) auf hohe Geschwindigkeit beschleunigte Gasströme verzogen. Bei gegebener Geometrie der Schmelzebohrung (4) und ihrer Lage zur Lavaldüse (6) werden die Temperatur der Polymerschmelze, ihr Durchsatz pro Spinnbohrung und die die Geschwindigkeit der Gasströme bestimmenden Drücke vor und hinter der Lavaldüse (6) so gesteuert, daß der Faden vor seinem Erstarren einen hydrostatischen Druck in seinem Inneren erreicht, der größer ist, als der ihn umgebende Gasdruck. Dadurch platzt der Faden und spleißt sich in eine Vielzahl Fäden auf.



**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

IPK 7 D01D5/098 D01D4/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 D01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 92 10599 A (NYSSSEN PETER ROGER) 25. Juni 1992 (1992-06-25) das ganze Dokument ---	1-20
A	EP 0 339 240 A (BAYER AG) 2. November 1989 (1989-11-02) das ganze Dokument & DE 38 10 596 A 12. Oktober 1989 (1989-10-12) in der Anmeldung erwähnt ---	1-20
A	EP 0 724 029 A (GERKING LUEDER DR ING) 31. Juli 1996 (1996-07-31) das ganze Dokument -----	1-20



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. Oktober 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Tarrida Torrell, J



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/05703

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
W0 9210599	A	25-06-1992	DE 4040242 A	17-06-1992
			DE 59101030 D	24-03-1994
			EP 0515593 A	02-12-1992
			US 5260003 A	09-11-1993
EP 0339240	A	02-11-1989	DE 3810596 A	12-10-1989
			JP 1282308 A	14-11-1989
			US 5075161 A	24-12-1991
EP 0724029	A	31-07-1996	DE 19607114 A	05-12-1996



# ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

EP 9102152  
 SA 52974

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 12/02/92  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 3806289	23-04-74	Keine	
DE-A- 2237884	21-02-74	US-A- 4001357	04-01-77
		US-A- 4060355	29-11-77
DE-A- 1785158	18-03-71	AT-B- 328063	10-03-76
		BE-A- 737564	16-01-70
		CH-A- 531055	30-11-72
		FR-A- 2016139	08-05-70
		GB-A- 1282176	19-07-72
		NL-A- 6912376	19-02-70
		US-A- 3655862	11-04-72

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82





(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
4. Januar 2001 (04.01.2001)

PCT

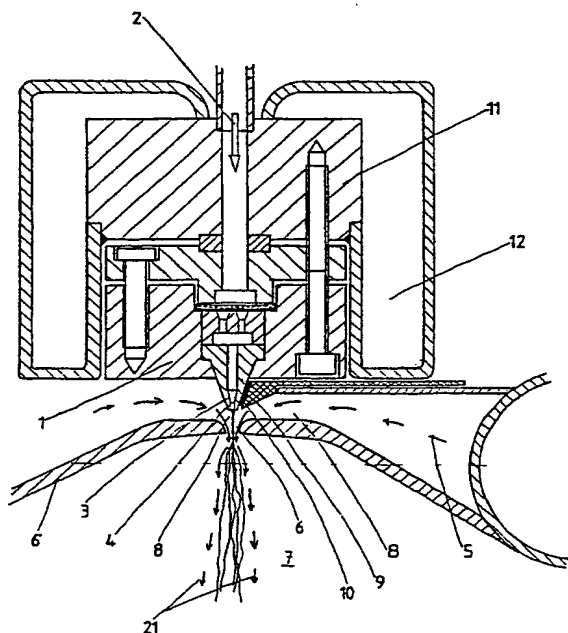
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/00909 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: D01D 5/098, 4/02 (74) Anwalt: PFENNING MEINIG & PARTNER GBR; Kurfürstendamm 170, D-10707 Berlin (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/05703 (81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (22) Internationales Anmeldedatum: 21. Juni 2000 (21.06.2000)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 199 29 709.6 24. Juni 1999 (24.06.1999) DE
- (71) Anmelder und  
(72) Erfinder: GERKING, Lüder [DE/DE]; Hohe Ähren 1, D-14195 Berlin (DE).
- (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE PRODUCTION OF AN ESSENTIALLY CONTINUOUS FINE THREAD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON IM WESENTLICHEN ENDLOSEN FEINEN FÄDEN



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for the production of essentially continuous fine threads made of meltable polymers. The polymer melt is spun from at least one spin hole (5) and the spun thread is twisted using gas flows which are accelerated to achieve high speeds by means of a Laval nozzle (6). As a result of the specific geometry of the melt hole (4) and the position thereof in respect to the Laval nozzle (6), the temperature of the polymer melt, the throughput per spin hole and the pressures determining the velocity of the gas flow upstream and downstream from the Laval nozzle (6) are controlled in such a way that the thread reaches an internal hydrostatic pressure before solidifying, whereby said thread bursts into a plurality of fine threads.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von im Wesentlichen endlosen feinen Fäden aus schmelzbaren Polymeren vorgeschlagen. Dabei wird Polymerschmelze aus mindestens einer Spinnbohrung (4) ausgesponnen und der ausgesponnene Faden durch mittels einer Lavaldüse (6) auf hohe Geschwindigkeit beschleunigte Gasströme verzogen. Bei gegebener Geometrie der Schmelzebohrung (4) und ihrer Lage zur Lavaldüse (6) werden die Temperatur der Polymerschmelze, ihr Durchsatz pro Spinnbohrung und die Geschwindigkeit der Gasströme bestimmenden Drücke

vor und hinter der Lavaldüse (6) so gesteuert, dass der Faden vor seinem Erstarren einen hydrostatischen Druck in seinem Inneren erreicht, der grösser ist, als der ihn umgebende Gasdruck. Dadurch platzt der Faden und spleisst sich in eine Vielzahl feiner Fäden auf.

WO 01/00909 A1

G. Q





**Veröffentlicht:**

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.



Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von im Wesentlichen endlosen feinen Fäden

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von sehr feinen Fäden aus schmelzspinnbaren Polymeren und eine Vorrichtung zu ihrer Herstellung.

10 Derartige Mikrofäden, meistens allerdings Mikrofasern endlicher Länge, werden nach einem Heißluft-Blasspinnverfahren, sog. Meltblown-Verfahren, seit vielen Jahren hergestellt, und es gibt heute unterschiedliche Vorrichtungen hierfür. Gleich ist allen, daß neben einer Reihe von Schmelzebohrungen - auch mehrere Reihen parallel zueinander sind bekannt geworden - Heißluft austritt, die die Fäden verzieht.

15 Durch Vermischung mit der kälteren Umgebungsluft kommt es zur Abkühlung und Erstarrung dieser Fäden bzw. Fasern, denn oft, meistens zwar unerwünscht, reißen die Fäden. Der Nachteil dieser Meltblown-

20 Verfahren ist der hohe Energieaufwand zur Erwärmung



der mit hoher Geschwindigkeit strömenden Heißluft, ein begrenzter Durchsatz durch die einzelnen Spinnbohrungen (auch wenn diese im Laufe der Zeit zunehmend dichter gesetzt wurden bis zu einem Abstand von unter 0,6 mm bei 0,25 mm im Lochdurchmesser), daß es bei Fadendurchmessern unter 3µm zu Abrissen kommt, was zu Perlen und abstehenden Fasern im späteren textilen Verbund führt, und daß die Polymere durch die zur Erzeugung feiner Fäden notwendige hohe Lufttemperatur deutlich über der Schmelztemperatur thermisch geschädigt werden. Die Spinnndüsen, von denen eine große Anzahl vorgeschlagen und auch geschützt worden sind, sind aufwendige Spritzwerkzeuge, die in hoher Präzision gefertigt werden müssen. Sie sind teuer, betrieblich anfällig und in der Reinigung aufwendig.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von im Wesentlichen endlosen Fäden zu schaffen, die einen geringeren Energieaufwand benötigen, keine Fadenschädigungen aufgrund zu hoher Temperatur bewirken und ein Spinnwerkzeug mit einfachem Aufbau verwenden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Die vorliegende Erfindung vermeidet die Nachteile des Standes der Technik, indem Polymerschmelze aus Spinnbohrungen, die in einer oder mehreren parallelen Reihen oder Ringen angeordnet werden, in eine mit Gas, in der Regel mit Luft gefüllte, von der Umgebung getrennte Kammer bestimmten Druckes ausgepreßt wird, wobei die Fäden im schmelzflüssigen Zustand in ein Gebiet rascher Beschleunigung dieses Gases am Austritt aus der Kammer gelangen. Die auf dem Wege dort-





hin auf den jeweiligen Faden durch Schubspannung übertragenen Kräfte nehmen zu, sein Durchmesser verringert sich stark und der Druck in seinem noch flüssigen Inneren steigt umgekehrt proportional zu seinem Radius durch die Wirkung der Oberflächenspannung entsprechend stark an. Durch die Beschleunigung des Gases sinkt in strömungsmechanischer Gesetzmäßigkeit dessen Druck. Dabei sind die Bedingungen der Schmelzetemperatur, der Gasströmung und seiner raschen Beschleunigung so aufeinander abgestimmt, daß der Faden vor seiner Erstarrung einen hydrostatischen Druck in seinem Inneren erreicht, der größer ist als der umgebende Gasdruck, so daß der Faden platzt und sich in eine Vielzahl feiner Fäden aufteilt. Durch einen Spalt unten in der Kammer verlassen Fäden und Luft diese. Das Aufplatzen geschieht nach dem Spalt und unter sonst unveränderten Bedingungen überraschend stabil ortsfest an einem bestimmten Punkt. Im Bereich der starken Beschleunigung verlaufen Gas- und Fadenströmung parallel, wobei die Strömungsgrenzschicht um die Fäden laminar ist. Es gelingt eine fortgesetzte Aufspaltung des ursprünglichen Fadenmonofils ohne Perlenbildung und Abrisse. Aus einem Monofil entsteht ein Multifil sehr viel feinerer Fäden unter Verwendung einer Gasströmung von Umgebungstemperatur oder etwas darüber liegenden Gasströmung.

Die aus dem Aufspalten entstandenen neuen Fäden sind erheblich feiner als das ursprüngliche Monofil. Sie können sogar noch etwas nach dem Aufspaltungspunkt verzogen werden bis sie erstarrt sind. Dieses geschieht wegen der plötzlich geschaffenen größeren Fadenfläche sehr rasch. Die Fäden sind endlos. Es kann aber durch Abweichungen im Polymer, einzelne Geschwindigkeits- oder Temperaturstörungen, Staub im Gas und dergl. Störungen bei realen technischen Prozessen mehr in



untergeordnetem Maße zu endlich langen Fäden kommen. Der Vorgang des Aufspleißens fadenbildender Polymere kann so eingestellt werden, daß die aus dem Monofil erzeugten zahlreichen sehr viel feineren Einzelfilamente endlos sind. Die Fäden haben einen Durchmesser von deutlich unter 10µm, vornehmlich zwischen 1,5 und 5 µm, was bei Polymeren einem Titer zwischen etwa 0,02 und 0,2 dtex entspricht und werden als Mikrofasern bezeichnet.

Das Gebiet der starken Beschleunigung und Druckabsenkung in der Gasströmung wird nach der Erfindung in Form einer Lavaldüse mit konvergenter Kontur zu einem engsten Querschnitt hin und dann rascher Erweiterung realisiert, letzteres schon damit die nebeneinander laufenden neu gebildeten Einzelfäden nicht an den Wänden anhaften können. Im engsten Querschnitt kann bei entsprechender Wahl des Druckes in der Kammer (bei Luft etwa doppelt so hoch wie der Umgebungsdruck dahinter) Schallgeschwindigkeit und im erweiterten Teil der Lavaldüse Überschallgeschwindigkeit herrschen.

Für die Herstellung von Fadenvliesen (Spinnvliesen) werden Spindüsen in Zeilenform und Lavaldüsen mit Rechteckquerschnitt eingesetzt. Für die Herstellung von Garnen und für besondere Arten der Vliesstoffherstellung können auch Runddüsen mit einer oder mehreren Spinnbohrungen und rotationssymmetrische Lavaldüsen eingesetzt werden.

Das Verfahren nimmt Anleihe an Verfahren zur Herstellung von Metallpulvern aus Schmelzen, aus dem es sich entwickelt hat. Nach DE 33 11 343 zerplatzt das Metallschmelzemonofil im Bereich des engsten Querschnitts einer Lavaldüse in eine große Anzahl von



Teilchen, die sich durch die Oberflächenspannung zu Kügelchen verformen und abkühlen. Auch hier kommt es zu einem die umgebende laminare Gasströmung überwiegenden Flüssigkeitsdruck im Inneren des Schmelzemonofils. Wenn die Druckabsenkung so rasch geschieht, daß es noch nicht in die Nähe der Erstarrung kommt, können die Druckkräfte die Kräfte des Zusammenhalts der Schmelzemasse, vorwiegend Zähigkeitskräfte, überwiegen und es tritt das Aufplatzen in eine Vielzahl von Filamentstücken (Ligamente) ein. Entscheidend ist dabei, daß der Faden zumindest im Inneren flüssig bleiben muß, damit dieser Mechanismus einsetzen kann. Daher wurde auch vorgeschlagen, das Monofil nach seinem Austritt aus der Spinndüse weiter zu beheizen.

Das selbsttätige Aufplatzen eines Metallschmelzefadens wird nach der dieses anwendenden Firma auch als 'NANOVAL-Effekt' benannt.

Ein Zerfasern durch Aufplatzen ist bei der Herstellung von Mineralfasern bekannt geworden, so in der Offenlegungsschrift DE 33 05 810. Durch Störung der Gasströmung in einem unterhalb der Spinndüse angeordneten Rechteckkanal mittels Einbauten, die Querströmungen erzeugen, kommt es nach dortiger Aussage zum Zerfasern des einzelnen Schmelzemonofils. In nicht ganz klarer Darstellung wird von einem Zerfasern durch statisches Druckgefälle in der Luftströmung gesprochen, und zwar in EP 0 038 989 vom Ausziehen aus einer 'Schlaufen- oder Zickzackbewegung ..... nach Art eines mehrfachen Peitschenknalleffekts'. Das das eigentliche 'Zerfasern' durch Zunahme des Druckes im Inneren des Fadens und Abnahme in der umgebenden Gasströmung seine Ursache hat, wurde nicht erkannt, auch keine Steuerungsmechanismen in diese Richtung.



Für Polymere hat man sich bei der gleichen anmeldenden Firma diese Erkenntnis von der Mineralfaserherstellung offenbar zunutze gemacht. In der Offenlegungsschrift DE 38 10 596 wird in einer Vorrichtung nach Fig. 3 und Beschreibung in Beispiel 4 der Schmelzestrom aus Polyphenylensulfid (PPS) 'durch ein hohes statisches Druckgefälle zerfasert'. Die Gasströme sind heiß, sogar über den Schmelzpunkt des PPS hinaus erhitzt. Ein statisches Druckgefälle in der Gasströmung, abnehmend in Fadenlaufrichtung, kann alleine den Faden nicht zerfasern. Es wurde nicht erkannt, daß dazu der Schmelzestrom zumindest in einem hinreichenden Teil in seinem Inneren flüssig bleiben muß. Durch die Anwendung von heißer Luft im Bereich der Polymerschmelzetemperatur ist das aber von selbst gegeben. Nicht ein 'im Anschluß an die Austrittsbohrungen einwirkendes Druckgefälle' Spalte 1, Zeilen 54/55 zieht die Schmelzeströme zu feinen Fasern aus, sondern ein statisches Druckgefälle zwischen Schmelzestrom und umgebender Gasströmung bringt ihn zum Aufspießen oder Zerfasern. Die erzeugten Fäden sind endlich lang und amorph.

Die Fäden des erfindungsgemäßen Verfahrens sind dagegen endlos oder im Wesentlichen endlos. Sie werden durch gezielt gesteuertes Aufplatzen eines noch schmelzflüssigen Monofils in einer sie umgebenden laminaren Gasströmung erzeugt, also ohne Turbulenz erzeugende Querströmungen. Es kommen grundsätzlich alle fadenbildenden Polymere, wie Polyolefine PP, PE, Polyester PET, PBT, Polyamide PA 6 und PA 66 und andere wie Polystyrol in Frage. Dabei sind solche wie Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE) als günstig anzusehen, weil Oberflächenspannung und Viskosität in einem Verhältnis stehen, das den Aufbau eines Fadeninnendruckes gegen die Oberflächenspannungskraft der





Fadenhaut leicht gestattet, während die Viskosität nicht so hoch ist, daß das Zerplatzen verhindert wird. Das Verhältnis von Oberflächenspannung zu Zähigkeit läßt sich durch die Erhöhung der Schmelzetemperatur bei den meisten Polymeren erhöhen. Dies geschieht auf einfache Weise in der Schmelzeherstellung und kann durch Heizen der Spinnndüsen kurz vor dem Austritt der Fäden verstärkt werden. Eine Aufwärmung der Fäden danach durch heiße Gasströme findet nach der vorliegenden Erfindung jedoch nicht statt.

Es kann festgestellt werden, daß der Gegenstand der Erfindung, das gesteuerte Aufspießen eines mit kalter Luft verzogenen Polymerfadens in eine Vielzahl feinerer Einzelfäden endloser bzw. im Wesentlichen endloser Einzelfäden noch nicht gefunden wurde. Dieses geschieht durch den selbsttätigen Effekt des Zerplatzens des Schmelzefadens durch einen positiven Druckunterschied zwischen dem hydraulischen Druck im Faden, gegeben aus der Oberflächenspannung des Fadenmantels, und der ihn umgebenden Gasströmung. Wird der Druckunterschied so groß, daß die Festigkeit des Fadenmantels nicht mehr ausreicht, das Innere zusammenzuhalten, so platzt der Faden. Es kommt zum Aufspießen in eine Vielzahl feinerer Fäden. Das Gas, meistens Luft, kann kalt sein, d.h. muß nicht aufgeheizt werden, nur müssen die Verfahrensbedingungen und die Vorrichtung so beschaffen sein, daß das Schmelzemonofil sich in seinem von der Schmelzeviskosität und der Oberflächenspannung des betreffenden Polymers abhängigen kritischen Durchmesser nicht so weit abgekühlt ist, daß es durch den sich aufladenden inneren Flüssigkeitsdruck nicht mehr platzen kann. Auch dürfen die Schmelzebohrungen durch das Gas nicht so stark abgekühlt werden, daß die Schmelze zu stark abkühlt, geschweige denn bereits dort erstarrt. Die verfahren-



stechnischen und geometrischen Bedingungen zur Realisierung dieses Aufspleißeffektes sind verhältnismäßig einfach zu finden.

5 Der Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß auf einfache und sparsame Weise Feinstfäden im Bereich deutlich unter 10 µm, überwiegend zwischen 2 und 5 µm, erzeugt werden können, was beim reinen Verziehen beispielsweise durch das Meltblown-Verfahren  
10 nur mit heißen, über den Schmelzpunkt erhitzten Gas(Luft)-strahlen zu Wege gebracht wird und damit erheblich mehr Energie bedarf. Außerdem werden die Fäden in ihrer molekularen Struktur nicht durch Über-  
15 temperaturen geschädigt, was zu verringerter Festigkeit führen würde, wodurch sie sich aus einem textilen Verband dann oft herausreiben lassen. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß die Fäden endlos oder quasi endlos sind und aus einem textilen Verband wie einem Vlies nicht herausstehen und sich als Fusseln  
20 herauslösen lassen. Die Vorrichtung zur Verwirklichung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist einfach. Die Spinnbohrungen der Spinndüse können größer und damit weniger stör anfällig sein, der Lavaldüsenquerschnitt benötigt in seiner Genauigkeit nicht die engen Toleranzen der seitlichen Luftschlitze des Melt-  
25 blown-Verfahrens. Bei einem bestimmten Polymer braucht man nur die Schmelzetemperatur und den Druck in der Kammer aufeinander abzustimmen und bei gegebenem Durchsatz pro Spinnbohrung und der geometrischen  
30 Lage der Spinnbohrungen zur Lavaldüse kommt es zum Aufspleiß.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen  
35



Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung einer Vorrichtung zur Herstellung von Mikrofäden mittels kühlen Gasstrahlen durch Aufplatzen eines Schmelzestroms in eine Vielzahl von Einzelfäden nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 eine perspektivische Teilansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach einem Ausführungsbeispiel mit Zeilendüse und Spinnbohrungen in Nippelform zur Herstellung von Vliesen aus Mikrofäden, und

Fig. 3 eine Teilansicht im Schnitt der Spinndüse und der Lavalldüse nach einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

In Fig. 1 ist eine Vorrichtung zur Herstellung von im Wesentlichen endlosen feinen Fäden aus schmelzspinnbaren Polymeren dargestellt, die einen nicht näher beschriebenen Spinnkopf oder Spinnbalken 11 aufweist, in dem eine Spinndüse 1 aufgenommen ist. Der Spinnkopf 11 und die Spinndüse sind in allgemein bekannter Weise aus verschiedenen Teilen zusammengesetzt, so daß eine Beschreibung darüber weggelassen wird. Der Spinnkopf oder Spinnbalken 11 ist von einer Heizung 12 umgeben, die als Flüssig- oder Dampfheizung über Kammern oder auch als elektrische Bandheizung ausgebildet ist. Der Spinnkopf oder Spinnbalken ist mit nicht dargestellten schmelzedosierenden Geräten, wie Spinnpumpen und Extruder verbunden, bei denen es sich um die üblichen Einrichtungen zur Herstellung von Synthesefasern handelt, so daß auch diese nicht weiter beschrieben sind.

Die Spinndüse weist ein Düsenmundstück 3 auf, das ei-



ne, aber üblicherweise mehrere in einer Reihe angeordneten Spinnbohrungen aufweist. Auch mehrere parallele Reihen sind möglich. Unterhalb des Spinnkopfes 11 befindet sich eine Platte 6' mit einem Spalt 6, der konvergent-divergent ausgebildet ist und sich durch einen unter ihm liegenden Raum 7 stark erweitert und eine Lavaldüse darstellt. Je nach Form der Spindüse 1 ist die Lavaldüse 6 rotationssymmetrisch ähnlich einer Blende im Fall einer einzelnen Düse oder im Fall einer Zeilendüse als Längsspalt ausgebildet. Die Spindüse bzw. die Spinnbohrungen der Spindüse enden kurz über der Lavaldüse 6 oder in der Ebene der Platte 6', die Spindüse 1 kann aber auch leicht in die Lavaldüse 6 hineinragen.

Zwischen Spinnkopf und Platte 6' liegt ein abgeschlossener Raum 8, dem entsprechend den Pfeilen 5 beispielsweise von einem Kompressor Gas zugeführt wird. Das Gas hat üblicherweise Umgebungstemperatur, kann aber auch aufgrund der Kompressionswärme von dem Kompressor eine etwas höhere Temperatur, beispielsweise 70 bis 80° aufweisen.

Das Düsenmundstück 3 ist von einer Isolieranordnung 9 umgeben, die das Düsenmundstück 3 vor zu großen Wärmeverlusten durch die Gasströmung 5 schützt. Zusätzlich kann zwischen Isolieranordnung 9 und Mundstück 3 eine elektrische Bandheizung 10 angeordnet sein.

Der Raum 7 weist üblicherweise Umgebungsdruck auf, während das Gas im Raum 8 unter einem erhöhten Druck gegenüber dem Raum 7 steht. Bei direkt anschließender Weiterverarbeitung zu Vlies oder anderen Fadenstrukturen kann der Raum 7 einen gegenüber Umgebungsdruck, d.h. Atmosphärendruck, etwas erhöhten Druck haben, beispielsweise um einige mbar, der für die Weiterver-





arbeitung, wie Vlieslegung oder andere Fadensammelvorrichtungen benötigt wird.

5 Die Polymerschmelze wird entsprechend dem Pfeil 2 aus dem Düsenmundstück 3 aus der Spinnbohrung oder -  
öffnung 4 als Schmelzemonofil ausgepreßt, wird von den Gasstrahlen 5 erfaßt und durch Schubspannungen an seinem Umfang zu geringeren Durchmessern verjüngt. Da  
10 die grundsätzlich kalten Gasströme, die Luftströme sein können, es abkühlen, muß es nach wenigen Millimetern in den engsten Bereich der Lavaldüse gelangen und somit in ein Gebiet geringeren Druckes. Sobald die Verjüngung so weit fortgeschritten ist und durch die Wirkung der Oberflächenspannung der Schmelze am  
15 Fadenmantel der Druck im Innern so weit angestiegen ist, daß er über dem der Gasströmung liegt, kommt es zum Aufplatzen des Monofil, nämlich dann, wenn der Fadenmantel den Schmelzefaden gegen den mit der Fadeneinschnüren gewachsenen Innendruck nicht mehr zusammenhalten kann. Das Schmelzemonofil teilt sich in  
20 Einzelfäden auf, die sich aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen Schmelze und kaltem Gas bzw. Luft und der plötzlich stark angewachsenen Oberfläche der Einzelfäden bezogen auf die Fadenmasse rasch abkühlen.  
25 Es ist somit eine bestimmte Anzahl von sehr feinen im Wesentlichen endlosen Einzelfäden entstanden.

Aus der Natur derartiger Aufplatzvorgänge ähnlich Explosionen folgt, daß die Zahl der entstehenden Fäden  
30 nach dem Aufspießpunkt, der beispielsweise 5 bis 25 mm unter Lavaldüse 6 liegen kann, nicht gleichbleibend sein kann. Wegen der kurzen Wegstrecke, die Faden und Gas miteinander bis zum Aufspießpunkt zurücklegen, ist die Strömungsgrenzschicht um den Faden  
35 laminar. Bevorzugt wird auch die Luft von den Zuleitungen her möglichst laminar an das Gebiet der Auf-



spleißung herangeführt. Das hat den Vorteil der geringeren Strömungsverluste und damit des geringeren Energiebedarfs, die laminare Strömungen gegenüber turbulenten auszeichnen, aber auch einen gleichmäßigeren zeitlichen Verlauf des Aufspleißens, weil Störungen durch turbulente Änderungen fehlen. Die beschleunigte Strömung, wie sie in dem Querschnitt der Lavaldüse 6 vorliegt, bleibt laminar und kann sich sogar laminarisieren, wenn vorher eine gewisse Turbulenz vorherrschte.

Der weitere Vorteil des laminaren Ausziehens des Schmelzemonofil bis an den Aufspleißpunkt und auch über ihn hinweg führt zu einem Aufspleiß in gleichmäßigere Einzelfäden, weil größere Unterschiede in der Strömungsgeschwindigkeit und damit in der auf das Schmelzemonofil und entstandene Einzelfäden einwirkenden Schubspannung und im Druck der Gasströmung nicht vorhanden sind. Die Verteilung der Fadendurchmesser ist, wie sich überraschend gezeigt hat, sehr eng, z.B. können Propylenfäden hergestellt werden, deren Durchmesser sämtlich zwischen 2 und 4  $\mu\text{m}$  liegen.

Wie schon oben ausgeführt wurde, nimmt die Geschwindigkeit der Gasströmung gemäß den Pfeilen 5 zur Spinnbohrung 4 hin und dann in der Lavaldüse 6 ständig zu. In dem engsten Querschnitt der Lavaldüse kann sie bis zur Schallgeschwindigkeit anwachsen, wenn das kritische Druckverhältnis, je nach Gas, erreicht ist, bei Luft liegt das Verhältnis zwischen dem Druck in der Kammer 8 und dem Raum 7 etwa bei 1,9.

Die Fäden bewegen sich entsprechend den Pfeilen 21 nach unten und können beispielsweise auf einem nicht dargestellten Band zu einem Vlies abgelegt werden



oder anderweitig weiter behandelt werden.

5 In Fig. 2 ist ein weiteres Beispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt, bei dem die Spinn-  
düse 1 als Zeilendüse ausgebildet ist. Dabei sind insbesondere die Auslaufstellen der Spinn-  
düse 1 mit Mundstück 3 dargestellt, das Nippel 25 aufweist. Diese Form ge-  
staltet einen konzentrischen Zutritt des Gases an das Schmelzemonofil, was sich als vorteilhaft für die  
10 Aufspießung, sowohl hinsichtlich der erzielbaren Feinheit der Fäden als auch hinsichtlich der Schwan-  
kungsbreite ihrer Durchmesser erwiesen hat.

15 Im Gegensatz zur Bandheizung 10 nach Fig. 1 sind hier runde Heizstäbe 26 zur Wärmezufuhr für das Düsenmund-  
stück 3 gezeigt, das gegen die Gasströmung 5 durch Isolierstücke 27 abgedeckt ist. Die Fäden verlassen  
die Lavalldüse im breiten Vorhang gemeinsam mit dem Gas und bewegen sich gemäß den Pfeilen 21 auf ein  
20 Auffangband 20 zu und werden an dem Bereich 22 zu einem Vlies 23 abgelegt. Das Vlies 23 verläßt entsprechend Pfeil 24 das Gebiet seiner Herstellung.

25 Eine weitere Ausführungsform der Spinn- und Auf-  
spießvorrichtung entsprechend der Erfindung ist in Fig. 3 dargestellt. Hier wird wiederum aus einem iso-  
lierten Düsenmundstück 3 mit einer oder mehreren Schmelzebohrungen 4 das Schmelzemonofil ausgestoßen  
und von der seitlich angreifenden Gasströmung 5 er-  
30 faßt und durch Schubspannungskräfte in die Länge zu dünneren Durchmessern verzogen. In der Platte 6' ist  
im Bereich der Lavalldüse 6 eine Heizvorrichtung 30 eingearbeitet. Auf dem Weg zum engsten Querschnitt  
der Lavalldüse 6 erhält somit das Schmelzemonofil  
35 durch Strahlung Wärme zugeführt. Dadurch wird die Ab-  
kühlung durch die grundsätzlich kalten Luft-



/Gasströme verzögert. Das Schmelzemonofil gelangt, auf geringeren Durchmesser verzogen, in das Unterdruckgebiet der Lavaldüse 6 und kann in noch feinere Einzelfäden aufspießen.

5

Die folgenden Beispiele erläutern Verfahren und Vorrichtungen mit den bei verschiedenen Rohstoffen angewendeten wesentlichen Verfahrensdaten und den Fadergebnissen.

10

#### Beispiel 1

15

Über einen Laborextruder (Schnecke mit einem Durchmesser von 19 mm und L/D = 25) für die Verarbeitung von Polymeren wurde Polypropylen (PP) mit einem MFI (Meltflow index) von 25 (230°C, 2,16 kg) aufgeschmolzen und über eine Zahnradspinnpumpe einem Spinnkopf mit einem Düsenmundstück 3, welches 7 Bohrungen 4 in einer Reihe im gleichen Abstand von jeweils 4,5 mm angeordnet mit einem Durchmesser der Bohrungen 4 von 1 mm aufwies, zugeführt. Die schmelzeführenden Leitungen waren durch elektrische Bandheizungen von außen beheizt. Das Düsenmundstück 3 war nach Fig. 1 an seinen Flanken durch ein keramisches Isolierstück 9 (Kalziumsilikat) gegenüber der Gasströmung darunter isoliert und mittels elektrischen Heizungen beheizt. Unterhalb der Spinndüse 1 befand sich die Kammer 8 für die Gaszufuhr. Als Gas wurde in diesem und in den anderen Beispielen Luft genommen, welche aus einem Preßluftnetz entnommen und von einem Verdichter in dieses eingespeist wurde. Die Kammer 8 war nach unten begrenzt durch eine Platte, die einen die Lavaldüse 6 bildenden Schlitz von 4 mm Breite an ihrem engsten Querschnitt hatte. Die seitlichen Zuführquerschnitte für die Luft in der Kammer hatten eine Höhe von 32 mm, gemessen von der Oberkante der Lavaldüsenplatte

20

25

30

35





6'. Die Austrittsöffnungen der Bohrungen 4 waren genau in Höhe der Oberkante der Lavaldüsenplatte 6' angeordnet und hatten einen Abstand von 10 mm von dem engsten Querschnitt der Lavaldüse 6.

5

Schmelzedruck und -temperatur zwischen Spinnpumpe und Anschlußstück an die Spinn Düse 1 wurden mit einem DMS-Druckmeßgerät (Dynisco, Typ MDA 460) bzw. einem Thermoelement gemessen.

10

Die Charakterisierung der erhaltenen Fäden erfolgt durch den aus 20 Einzelmessungen gemittelten Fadendurchmesser  $d_{50}$ , falls benötigt auch durch die Standardabweichung  $s$ .

15

Die Aufspießung wird gekennzeichnet durch die theoretische Fadenzahl  $N$ . Diese gibt an, wieviele Einzel-filamente des gemessenen mittleren Fadendurchmessers  $d_{50}$  sich mit der maximal möglichen Geschwindigkeit durch den engsten Querschnitt der Lavaldüse 6 bewegen müssen, um die gemessene Schmelzemasse in Einzelfilamente umzusetzen. Die maximal mögliche Geschwindigkeit ist die Gasgeschwindigkeit im engsten Querschnitt der Lavaldüse 6, welche entweder die aus den Bedingungen in der Kammer 8 berechenbare Schallgeschwindigkeit ist oder, falls das kritische Druckverhältnis, welches zum Erreichen der Schallgeschwindigkeit benötigt wird, nicht erreicht wird, aus diesen Bedingungen mit der Formel von Saint-Venant und Wantzell berechnet werden kann. Liegt die theoretische Fadenzahl  $N$  über 1, kann der beobachtete Fadendurchmesser nicht durch bloßes Verziehen entstanden sein, dies würde dem Gesetz von der Erhaltung der Masse widersprechen. Für die beobachteten deutlich über 1

20

25

30

35

liegenden theoretischen Fadenzahlen  $N$  kommt als Erklärung nur noch ein Aufspießen in Frage. Ein mehr-



facher Peitschenknalleffekt kann vielleicht Werte knapp über 1 bis 10 erklären, nicht aber die beobachteten Werte bis zu 627. Da die tatsächliche Fadengeschwindigkeit unter der maximalen liegen muß, wird die tatsächlich erhaltene Einzelfilamentanzahl über der theoretischen liegen.

Bei einer Schmelzetemperatur von 340°C und einem Schmelzedruck zwischen Spinnpumpe und Anschlußstück an die Spinndüse 1 von etwa 1 bar über dem Druck in der Kammer 8, was etwa auch der Druck vor den Spinnkapillaren war, und einer über die Spinnpumpe zudosierten Menge von 43,1 g/min, also 6,2 g/min x Loch, ergaben sich die folgenden Fadenwerte bei den verschiedenen Drücken in der Kammer 8 über dem Atmosphärendruck in Raum 7:

0,25 bar	$d_{50}=7,6 \mu\text{m}, N=123$
0,5 bar	$d_{50}=4,4 \mu\text{m}, N=276$
1,0 bar	$d_{50}=3,9 \mu\text{m}, N=283$

Werden pro Bohrung 4 statt 6,2 g/min nur 4,6 g/min durchgesetzt, wird bei einem Druck in der Kammer 8 von 0,5 bar ein  $d_{50}$  von 3,0  $\mu\text{m}$  anstatt 4,4  $\mu\text{m}$  erreicht.

Wie wichtig eine genaue Abstimmung von Schmelzetemperatur, Schmelzmenge und Gasströmung ist, zeigt das folgende Beispiel für eine Abstand der Bohrungen 4 von 15 mm, einen Durchsatz pro Bohrung 4 von 4,6 g/min und einen Druck in der Kammer 8 von 0,5 bar:

Schmelzetemperatur 340°C	$d_{50}=3,0 \mu\text{m}, s=0,8 \mu\text{m}, N=187$
Schmelzetemperatur 305°C	$d_{50}=8,2 \mu\text{m}, s=4,7 \mu\text{m}, N=25$

Offensichtlich ist es so, daß sich um die Monofila-



mente schon ein kalter Mantel gebildet hat, der ein Aufspießen stark behindert. Es wird nicht das gesamte Monofil aufgespalten, sondern nur ein Teil, was daran zu erkennen ist, daß zwar der minimal beobachtete Fadendurchmesser sich nicht verändert hat (einige spleißen also auf), nun aber auch einige Einzelfilamente mit einem Durchmesser von mehr als 10 µm auftreten. Dort ist dann kein Spleißen eingetreten. Bei der höheren Temperatur dagegen liegen alle Einzelfilamente zwischen 1,6 µm und 4,8 µm. Die größere Streuung der Fadendurchmesser findet ihren Niederschlag in der deutlich größeren Standardabweichung.

Eine Ausführung des Mundstückes 3 mit Nippeln 25 gemäß Fig. 2 erlaubt die Herstellung deutlich feinerer Fäden mit kleinerer Schwankungsbreite und/oder eine deutliche Durchsatzsteigerung. So wurden für eine Temperatur von 370°C, einen Abstand der Bohrungen 4 von 15 mm, einen Abstand der Austrittsöffnungen der Bohrungen 4 vom engsten Querschnitt der Lavaldüse von 8,5 mm (die Auslauföffnungen tauchen 1,5 mm in die gedachte Ebene der Lavaldüsenplatte ein) und einen Druck in der Kammer 8 von 0,75 bar die folgenden Fadenwerte erhalten:

6,2 g/min x Loch  $d_{50}=2,1\mu\text{m}$ ,  $s=0,30\mu\text{m}$ ,  $N=445$   
12,3 g/min x Loch  $d_{50}=2,5\mu\text{m}$ ,  $s=0,60\mu\text{m}$ ,  $N=627$ .

#### Beispiel 2

Mit der Einrichtung aus Beispiel 1 wurde Polyamid 6 (PA6) mit einer relativen Viskosität  $\eta_{\text{rel}} = 2,4$  einem Düsenmundstück 3 mit 58 Bohrungen 4 im Abstand von 1,5 mm und einem Durchmesser von 0,4 mm zugeführt. Der Abstand der Austrittsöffnungen der Bohrungen 4 vom engsten Querschnitt der Lavaldüse war 12,0 mm



(die Auslauföffnungen endeten 2,0 mm oberhalb der gedachten Ebene der Lavaldüsenplatte). Mit einem Durchsatz pro Bohrung 4 von 0,25 g/min und einem Druck in der Kammer 8 von 0,02 bar über der Umgebung wurden

5 Filamente mit einem mittleren Durchmesser  $d_{50}$  von 4,1  $\mu\text{m}$  erzeugt.

### Beispiel 3

10 Mit der Einrichtung aus Beispiel 1 wurde Polypropylen (PP) mit einem MFI von 25 (230°C, 2,16 kg) einem Düsenmundstück 3 mit 3 Bohrungen 4 im Abstand von 15 mm und einem Durchmesser von 1,0 mm zugeführt. Koaxial zu den 3 Bohrungen 4 waren in der Lavaldüsenplatte 3

15 einzelne rotationssymmetrische Lavaldüsen 6 angeordnet. Die Austrittsöffnungen der Bohrungen 4 waren genau in Höhe der Oberkante der Lavaldüsenplatte angeordnet und hatten einen Abstand von 4,5 mm von dem engsten Querschnitt der Lavaldüsen 6. Bei einem Druck

20 in der Kammer 8 von 0,75 bar über der Umgebung 7 und einem Durchsatz pro Bohrung 4 von 9,3 g/min wurden Einzelfilamente mit einem mittleren Durchmesser  $d_{50}$  von 4,9  $\mu\text{m}$  hergestellt. Es ergibt sich in diesem Fall eine theoretische Fadenzahl von 123.

25 Von Interesse ist bei dieser Betriebsweise die Beobachtung, daß sich der Aufplatzpunkt im Vergleich zu Beispiel 1 deutlich in Richtung des engsten Querschnittes der Lavaldüsen 6 verschoben hat. Während

30 sich im Fall der schlitzförmigen Lavaldüse 6 dieser Punkt etwa 25 mm unterhalb des engsten Querschnittes befindet, beträgt der Abstand im Fall der rotationssymmetrischen Lavaldüse 6 nur etwa 5 mm. Die Beobachtung wird damit erklärt, daß durch die rotationssymmetrische Umfassung des Schmelzefadens höhere Schubspannungen auf ihn übertragen wurden, er deshalb

35





5

schneller auf den den Aufplatzpunkt ergebenden geringeren Durchmesser verzogen wird. Außerdem fällt der Druck im Freistrahle nach dem Verlassen der Lavaldüse 6 nicht schlagartig auf den Umgebungsdruck ab, sondern erst nach einer gewissen Lauflänge. Die Freistrahleigenschaften sind jedoch im ebenen Fall andere als im rotationssymmetrischen.



## Patentansprüche

- 5
1. Verfahren zur Herstellung von im Wesentlichen  
endlosen feinen Fäden aus schmelzbaren Polyme-  
ren, bei dem Polymerschmelze aus mindestens ei-  
ner Spinnbohrung ausgesponnen wird und der aus-  
gesponnene Faden durch mittels einer Lavalldüse  
10 auf hohe Geschwindigkeit beschleunigte Gasströme  
verzogen wird, wobei bei gegebener Geometrie der  
Schmelzebohrung und ihrer Lage zur Lavalldüse die  
Temperatur der Polymerschmelze, ihr Durchsatz  
pro Spinnbohrung und die die Geschwindigkeit der  
15 Gasströme bestimmenden Drücke vor und hinter der  
Lavalldüse so gesteuert werden, daß der Faden vor  
seinem Erstarren einen hydrostatischen Druck in  
seinem Inneren erreicht, der größer ist, als der  
ihn umgebende Gasdruck, derart, daß der Faden  
20 platzt und sich in eine Vielzahl feiner Fäden  
aufspießt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-  
net, daß die Gasströmung um den mindestens einen  
Faden laminar ist.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, da-  
durch gekennzeichnet, daß der Raum hinter der  
Lavalldüse Umgebungsdruck aufweist oder bei Wei-  
terverarbeitung der Fäden auf einem für die Wei-  
terverarbeitung notwendigen Druck etwas über Um-  
30 gebungsdruck liegt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-  
durch gekennzeichnet, daß die den Faden verzie-  
hende Gasströme Umgebungstemperatur oder eine  
aus ihrer Zufuhr bedingte Temperatur aufweisen.



5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Drücke in dem Raum über und unter der Lavaldüse bei der Verwendung von Luft abhängig von dem Polymer, dessen Durchsatz und Schmelztemperatur zwischen 1,02 und 2,5 gewählt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der aus der Spinnbohrung austretende Faden im Bereich der Lavaldüse durch Strahlung beheizt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vielzahl von Fäden ausgesponnen und aufgespleißt werden, die zu einem Vlies abgelegt oder zu Garnen weiterverarbeitet werden.
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 mit einem mit einer Zuführvorrichtung für die Schmelze verbundenen Spinnkopf, einer in dem Spinnkopf aufgenommenen und mindestens eine Spinnbohrung aufweisenden Spinndüsenanordnung, die ein Schmelzemonofil ausspinnst, einer unterhalb des Spinnkopfes (11) liegenden Platte (6'), die eine in fester geometrischer Zuordnung zu der Spinnbohrung (4) angeordnete Lavaldüse (6) aufweist, wobei zwischen Platte (6') und Spinnkopf (11) ein mit einer Zuführung von Gas (5) versehener geschlossener erster Raum (8) gebildet ist und unterhalb der Platte (6') ein zweiter Raum (7) vorgesehen ist und wobei der Durchsatz der Schmelze pro Spinnbohrung (4), die Temperatur der Schmelze sowie der Druck im ersten und zweiten Raum so eingestellt ist, daß das ausgesponnene und von der Strömung des Gases geförderte Schmelzemonofil



nach Verlassen der Lavaldüse (6) vor seinem Erstarren einen hydrostatischen Druck erreicht der größer ist als der ihn umgebende Gasdruck, derart, daß der Faden platzt und sich in eine Vielzahl feiner Fäden aufspießt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Spinnanordnung (3) gegen den ersten Raum (8) im Bereich der mindestens einen Spinnbohrung (4) durch eine Isolieranordnung (9) isoliert ist und/oder im Bereich der mindestens einen Spinnbohrung (4) beheizt ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckverhältnisse im ersten und zweiten Raum (8, 7) so eingestellt sind, daß die Gasströmung in der Lavaldüse (6) Geschwindigkeiten bis zur Schallgeschwindigkeit und darüber erreicht.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Raum (7) auf Umgebungsdruck oder um einige mbar darüber liegt.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das zugeführte Gas Umgebungstemperatur oder die Temperatur seiner Zuführvorrichtung aufweist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsöffnung der mindestens einen Spinnbohrung (4) im Bereich der Lavaldüse (6) in der Höhe der Oberkante der Platte (6'), um einige mm über der Oberkante der Platte liegt oder einige mm in die Lavaldüse (6) hineinragt.





- 5 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Spinndüsenanordnung eine Mehrzahl von gegebenenfalls mit Nippeln versehene Spinnbohrungen (4) aufweist, die eine Zeile oder mehrere parallel liegende Zeilen bilden.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Platte mindestens eine langgestreckte Lavalldüse aufweist.
- 10 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Platte eine Mehrzahl von rotationssymmetrischen Lavalldüsen aufweist.
- 15 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ablegeband zur Ablage der Fäden und Bildung eines Vlieses vorgesehen ist.
- 20 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine Aufwickelvorrichtung zum Aufwickeln der Fäden vorgesehen ist.
- 25 19. Vlies hergestellt aus Fäden, die mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 erzeugt wurden.
20. Garne hergestellt aus Fäden, die mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 erzeugt wurden.



# Translation

PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

### INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

8

Applicant's or agent's file reference	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP00/05703	International filing date (day/month/year) 21 June 2000 (21.06.00)	Priority date (day/month/year) 24 June 1999 (24.06.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC D01D 5/098		
Applicant GERKING, Lüder		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>4</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>1</u> sheets.</p>	
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>	

Date of submission of the demand 06 November 2000 (06.11.00)	Date of completion of this report 08 May 2001 (08.05.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.



## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP00/05703

## I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages \_\_\_\_\_ 1-19 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the claims:  
pages \_\_\_\_\_ 2-20 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_ 06 April 2001 (06.04.2001)
- ☒ the drawings:  
pages \_\_\_\_\_ 1/3-3/3 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.



**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations**

1. The closest prior art is known from the introductory part of the description where a method for producing continuous fine threads from meltable polymers by spinning it out from spin holes is described as known.

The problem addressed by the invention is that of creating continuous threads that require a low expenditure of energy and a simple device without damage to the thread.

The solution is given in the combination of the features of Claims 1 and 8, in particular in that the threads are twisted in a Laval nozzle by the high velocity of the gas flows.

This solution was not suggested by the search report citations since the claimed combination of features is not disclosed there. Because there was no corresponding example in the prior art, the invention was therefore not suggested by it.

2. The same applies to the dependent claims, which contain advantageous developments of Claim 1.

